Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. L. Koslowski

FRAKTUREN DES DISTALEN HUMERUS

BEHANDLUNGEN UND ERGEBNISSE DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK TÜBINGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
IRIS HERZOG geb. JOHANNES
aus Wiesbaden

1984

UNIV.
LEIDEN
MSL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536517_0007

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. L. Koslowski

FRAKTUREN DES DISTALEN HUMERUS

BEHANDLUNGEN UND ERGEBNISSE DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK TÜBINGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
IRIS HERZOG geb. JOHANNES
aus Wiesbaden

1984

Dekan: Professor Dr. D. Plester
1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. W. Heitland
2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. U. Pfister

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSÜBERSICHT

		Seite
1.	ANATOMIE UND MECHANIK DES ELLENBOGEN-GELENKES	7
1.1.	Knöcherne Strukturen und Kapsel - Bandapparat.....	7
1.1.1.	Articulatio humeroulnaris.....	7
1.1.2.	Articulatio humeroradialis	8
1.1.3.	Articulatio radioulnaris proximalis	8
1.1.4.	Kapsel - Bandapparat	8
1.2.	Muskeln, die auf das Ellenbogengelenk einwirken	9
1.3.	Nerven und Gefäße	10
1.4.	Bewegungsumfang des Ellenbogengelenkes ...	12
2.	FRAKTURFORMEN DES DISTALEN HUMERUS	14
2.1.	Extraartikuläre Frakturen	
2.1.1.	Epicondylusabrißfrakturen, Typ A1	14
2.1.2.	Supracondyläre Frakturen, Typ A2, und supracondyläre Mehrfragmentfrakturen, Typ A3	15
2.2.	Intraartikuläre unicondyläre Frakturen	
2.2.1.	Frakturen des Condylus lateralis, Typ B1, und des Condylus medialis, Typ B2	17
2.2.2.	Fraktur des Capitulum und der Trochlea humeri, Typ B3 bzw. D1	18
2.3.	Intraartikuläre bicondyläre Frakturen	
2.3.1.	Y- und T- Frakturen, Typ C1, und Y- und T- Mehrfragmentfrakturen, Typ C2	20
2.3.2.	Trümmerfrakturen, Typ C3	20

3. ERGEBNISSE DER BEHANDLUNG DER DISTALEN HUMERUSFRAKTUREN AN DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK TÜBINGEN 21

3.1. Patientengut 21
3.2. Therapie 23
3.3. Nachuntersuchung 25

4. GESONDERTE BETRACHTUNG EINZELNER PATIENTENGRUPPEN 32

4.1. Konservativ versorgte Patienten 32
4.2. Patienten mit offenen Frakturen 36
4.3. Gesonderte Betrachtung verschiedener Frakturformen 40
4.3.1. Extraartikuläre Frakturen
4.3.1.1. Epicondylusabrißfrakturen 40
4.3.1.2. Supracondyläre Frakturen 42
4.3.2. Intraartikuläre unicondyläre Frakturen
4.3.2.1. Condylenfrakturen 44
4.3.3. Intraartikuläre bicondyläre Frakturen
4.3.3.1. Y - und T - Frakturen 46
4.3.3.2. Trümmerfrakturen 50

5. DISKUSSION 54

5.1. Behandlungsmethoden und ihre Indikationen 54
5.1.1. Gipsverband 55
5.1.2. Extensionsbehandlung 56
5.1.3. Osteosynthese 57
5.1.4. Arthroplastik des Ellenbogengelenkes 59
5.2. Eigenes therapeutisches Vorgehen 60
5.2.1. Extraartikuläre Frakturen
5.2.1.1. Epicondylusabrißfrakturen 60
5.2.1.2. Supracondyläre Frakturen 61

5.2.2. Intraartikuläre unicondyläre Frakturen
5.2.2.1. Condylenfrakturen 63
5.2.2.2. Frakturen des Capitulum und der Trochlea humeri 65
5.2.3. Intraartikuläre bicondyläre Frakturen
5.2.3.1. Y - und T - Frakturen 66
5.2.3.2. Trümmerfrakturen 67
5.3. Krankengymnastische Nachbehandlung 70

6. ZUSAMMENFASSUNG 71

7. LITERATURVERZEICHNIS 74

1. Anatomie und Mechanik des Ellenbogengelenks

Um die Folgen bestimmter Verletzungen für das Ellenbogengelenk abschätzen zu können, ist die Kenntnis der topographischen und funktionellen Anatomie unerläßlich; deshalb sollen einleitend kurz die anatomischen Verhältnisse des Ellenbogens dargestellt werden.

1.1 Knöcherne Strukturen und Kapsel-Bandapparat

Das Ellenbogengelenk stellt die Verbindung zwischen Ober- und Unterarm dar. Jeder der drei hier artikulierenden Knochen ist gelenkig mit dem anderen verbunden, sodaß sich drei Gelenke ergeben: das Humeroulnargelenk, das Humeroradialgelenk und das Radioulnargelenk.

1.1.1 Articulatio humeroulnaris

Die Articulatio humeroulnaris wird gebildet aus dem medialen Anteil des distalen Humerus, der Trochlea humeri, die mit der zangenförmig verlängerten Ulna über die Incisura trochlearis ulnae artikuliert und hierdurch eine exakte knöcherne Führung erhält.

Die "Knochenzange" der Ulna wird vorne von dem Processus coronoideus und hinten durch das Olecranon gebildet. Für beide Vorsprünge sind entsprechende Vertiefungen im distalen Humerus vorhanden, das Olecranon paßt bei der Streckung des Armes in die Fossa olecrani des Humerus und der Processus coronoideus bei der Beugung in die Fossa coronoidea oberhalb der Trochlea. Eine entsprechende Fossa radialis für den Radius befindet sich oberhalb des Capitulum humeri. Da sich diese Vertiefungen an Vorder- und Rückseite des Humerus fast direkt gegenüberliegen, entsteht hier eine dünne Knochenlamelle, die in erhöhtem Maße frakturgefährdet ist.

Die Bewegung im Humeroulnargelenk verläuft um die Achse der Trochlea, die quer dicht unterhalb der Epicondylen verläuft. Dieses Gelenk ist für die Streckung und Beugung im Ellenbogen verantwortlich.

1.1.2 Articulatio humeroradialis

Die Articulatio humeroradialis wird gebildet aus dem lateralen Anteil des Humerus, dem Capitulum humeri, und dem proximalen Ende des Radius, dem Caput radii. Beide Anteile bilden ein Kugelgelenk, wobei das kugelförmige Capitulum humeri in der flachen Vertiefung der Fovea capitis radii liegt. Dieses Gelenk beteiligt sich ebenfalls an der Beuge- und Streckbewegung im Ellenbogen, ermöglicht jedoch zusätzlich eine Drehbewegung, wobei sich das Radiusköpfchen auf dem Capitulum humeri dreht. Der dritte Freiheitsgrad des Kugelgelenks ist eingeschränkt durch das straffe Ligamentum collaterale radiale, das in das schlingenförmig um das Radiusköpfchen verlaufende Ligamentum anulare übergeht.

1.1.3 Articulatio radioulnaris proximalis

Die dritte gelenkige Verbindung, die Articulatio radioulnaris proximalis, stellt ein einachsiges Drehgelenk dar, wobei die Circumferentia articularis des Radius in der Incisura radialis der Ulna gleitet.
Die beiden letztgenannten Gelenke sind überwiegend bandgeführt.

Von diesen drei Teilgelenken des Ellenbogens sind ein Gelenk nur für Scharnierbewegungen, ein Gelenk nur für die Drehung und ein Gelenk für beide Bewegungen konstruiert. Auf diese Weise können Dreh- und Scharnierbewegungen in jeder Stellung des Ellenbogens unabhängig voneinander und gleichzeitig ausgeführt werden.

1.1.4 Kapsel-Bandapparat

Alle drei Gelenke liegen in einer gemeinsamen, schlaffen Gelenkkapsel, die durch die beiden Kollateralbänder, die Ligamenta collaterale ulnare und radiale, die vom Epicondylus ulnaris bzw. radialis des Humerus zu Ulna und Radius ziehen, seitlich verstärkt wird. Die Kapsel setzt proximal dicht unterhalb der Epicondylen am Humerus an und bezieht beugeseitig die Fossa

coronoidea und die Fossa radialis und dorsal die Olecranonspitze in das Gelenk mit ein. Bei der Streckung wird der stärkere volare Anteil der Kapsel gespannt und verhindert damit eine Überstreckung des Gelenks, bei der Beugung strafft sich der dorsale Anteil.

Bei der Untersuchung sind am Ellenbogen drei Knochenvorsprünge sichtbar bzw. können getastet werden: dorsal das Olecranon und seitlich die beiden Epicondylen. Diese drei Punkte müssen von dorsal gesehen bei rechtwinkliger Beugung des Armes ein annähernd gleichseitiges Dreieck bilden, bei Streckung liegen sie auf einer horizontalen Geraden. Ist bei der Untersuchung eine stärkere Abweichung der Lagebeziehung dieser drei Punkte zueinander festzustellen, so ist eine Luxation des Gelenks oder eine Fraktur wahrscheinlich.

1.2 Muskeln, die auf das Ellenbogengelenk einwirken

Die auf das Ellenbogengelenk einwirkenden Muskelkräfte lassen sich in drei Gruppen unterteilen, die Flexoren, die Extensoren und die Muskeln für die Unterarmumwendbewegungen, die Pronatoren und Supinatoren.

Zur Gruppe der Flexoren gehören die an der Vorderseite des Oberarmes gelegenen starken Beuger des Ellenbogengelenkes und die am Unterarm gelegenen langen Extensoren und Flexoren der Hand, die am distalen Humerus entspringen und ebenfalls eine beugende Wirkung auf den Ellenbogen haben. Zu den starken Beugern zählen der Musculus (im folgenden abgekürzt als M.) biceps brachii, der M. brachioradialis und der M. brachialis. Der M. biceps brachii setzt an der Tuberositas radii an und ermöglicht somit nicht nur eine Beugung des Gelenkes, sondern auch eine Supination. Der unter dem M. biceps brachii gelegene M. brachialis setzt an der Ulna an und ist ein reiner Beuger des Ellenbogengelenkes. Der M. brachioradialis zählt ebenfalls zu den starken Beugern, sein größter Anteil liegt jedoch, im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Muskeln, am Unterarm.

Die schwachen Beuger setzen sich zusammen aus einer radialen Gruppe, die von den Extensoren der Hand- und Fingergelenke gebildet wird und aus der am medialen Epicondylus entspringenden ulnaren Gruppe, zu der die Flexoren der Hand- und Fingergelenke und der M. pronator teres zählen.
Die Leistung der Flexorengruppe liegt um 30 % über der Leistung des M. triceps brachii, der den Flexoren als einziger Extensor entgegenwirkt. Er setzt mit seiner sehr kräftigen Endsehne am Olecranon an und umgibt nach proximal die gesamte Rückfläche des Humerus mit seinen drei Teilen, dem Caput longum, mediale und laterale.
Für die Unterarmumwendbewegungen sind je zwei starke Pronatoren und Supinatoren von Bedeutung. Pronierend wirken vor allem der M. pronator teres, der das Ellenbogengelenk auch beugt, und der M. pronator quadratus. Ebenfalls pronierende Wirkung haben zusätzlich der M. brachioradialis und der M. flexor carpi radialis. Supinierend wirken der M. biceps brachii und der M. supinator, ersterer allerdings nur, wenn der Unterarm in Pronationsstellung steht, dann ist seine Wirkung jedoch stärker als die des M. supinator. Schwach supinierend wirkt auch der M. brachioradialis.

1.3 Nerven und Gefäße

Die Nerven und Gefäße im Bereich des Ellenbogens sind bei Frakturen des distalen Humerus erheblich gefährdet, daher muß auf ihre Unversehrtheit besonders geachtet werden.
Der Gefäß-Nervenstrang liegt auf der Beugeseite des Ellenbogens in der medialen Bicepsfurche, die von dem M. biceps brachii und dem M. brachialis gebildet wird. Hier verläuft die Arteria (im folgenden abgekürzt als A.) brachialis, die sich etwa auf Höhe des Ellenbogengelenkspaltes in die A. radialis und die A. ulnaris aufzweigt, und ihre beiden Begleitvenen, sowie der Nervus (im folgenden abgekürzt als N.) medianus und

die tiefen Lymphgefäße. Der Lacertus fibrosus, eine Nebensehne des M. biceps brachii, überspannt den Gefäß-Nervenstrang in der Regio cubiti.
Die anatomische Lage der Nerven und Gefäße bedingt, daß diese Strukturen bei einer mittleren Beugung des Armes von 90° entspannt sind; bei stärkerer Beugung werden sie verkürzt und eventuell geschlängelt, und bei Streckung des Armes gedehnt. Beide Extremstellungen wirken sich ungünstig auf den Blutfluß aus, vor allem bei älteren Menschen, deren Gefäßwände häufig arteriosklerotisch verändert sind und sich deshalb Zug oder Druck nicht mehr so elastisch anpassen können. Aus diesem Grunde sollte bei längerer Ruhigstellung eines Ellenbogengelenkes die mittlere Beugung des Armes bevorzugt werden.
Besonders gefährdet ist der Gefäß-Nervenstrang bei dislozierten Extensionsfrakturen des distalen Humerus - direkt traumatisch bedingt oder iatrogen - durch Einklemmung oder sonstige Verletzung seiner Strukturen.
Das Rete articulare cubiti ist ein ausgedehntes arterielles Kollateralgefäßnetz, das selbst bei völliger Unterbindung der A. brachialis distal des Abganges der A. profunda brachii Unterarm und Hand noch ausreichend versorgen könnte. Es steht mit einem zweiten Gefäßnetz auf der Dorsalseite des Ellenbogens, dem Rete olecrani, in Verbindung.
In der lateralen Ellenbeuge verläuft der N. radialis. Er gelangt erst kurz oberhalb des Ellenbogens zwischen M. brachialis und M. brachioradialis auf die Vorderseite des Armes, wo er sich etwa auf Höhe des Epicondylus radialis in seine zwei Äste, den Ramus superficialis und den Ramus profundus, aufteilt. Letzterer zieht auf Höhe des Ellenbogengelenkspaltes durch den M. supinator auf die Dorsalseite des Armes, der Ramus superficialis bleibt in der lateralen Regio cubiti und schließt sich distal der A. radialis an. Bei Frakturen des distalen Humerus ist der N. radialis weniger gefährdet, da er keinen unmittelbaren Kontakt zum

Humerus oder der Gelenkkapsel hat, sondern stets einem tiefen, lateralen Anteil des M. brachialis aufliegt.

Der N. ulnaris verläuft am Oberarm zunächst zusammen mit der A. brachialis, wendet sich dann jedoch im distalen Drittel durch das Septum intermuskulare brachii mediale auf die Streckseite. Am Ellenbogen verläuft er auf der medialen Dorsalseite des Humerusknorrens hinter dem Epicondylus ulnaris im Sulcus nervi ulnaris humeri. Er liegt hier unmittelbar unter der Haut. Knapp distal der Ellenbeuge tritt er zwischen den beiden Ursprüngen des M. flexor carpi ulnaris wieder auf die Beugeseite, wo er unter diesem Muskel mit der A. ulnaris distalwärts zieht.
Durch seine Lage im Sulcus nervi ulnaris unmittelbar hinter dem Epicondylus medialis wird dieser Nerv bei dislozierten Brüchen oder Trümmerfrakturen des distalen Humerus häufig geschädigt.

1.4 Bewegungsumfang des Ellenbogengelenkes

Die freie Funktion des Ellenbogengelenkes ist eine wichtige Voraussetzung für die Gebrauchsfähigkeit des ganzen Armes und vor allem der Hand. Nur wenn alle drei Teilgelenke des Ellenbogens frei beweglich sind, kann die Hand in jeder beliebigen Stellung des Armes greifen. Wie wichtig diese Funktionsfähigkeit ist kann man daran ermessen, daß Patienten mit bleibenden Bewegungseinschränkungen nach Ellenbogengelenksfrakturen meist nicht nur in ihrem persönlichen Bereich beeinträchtigt sind, sondern daß oft auch die Erwerbsfähigkeit gemindert oder eine Umschulung notwendig ist.
Die Bewegungen im Ellenbogengelenk werden mit der Neutral - Null - Methode festgelegt, wobei bei 0^{o} Ober- und Unterarm eine gerade Linie bilden. Die maximale Streckung wird in den meisten Fällen bis 0^{o} möglich sein, Frauen und Kinder können wegen eines elastischeren Kapsel - Bandapparates in vielen Fällen das Ellenbogengelenk um $10 - 20^{o}$ überstrecken. Maximale Beugung ist

bis zu einem Winkel von 145 - 150° möglich, bei Männern ist dieser Winkel oft kleiner, da die Beugung hauptsächlich durch die Muskelwülste des M. biceps brachii und des M. brachialis begrenzt wird. Die knöcherne Beugehemmung durch den Anschlag des Processus coronoideus in der Fossa coronoidea und den des Radiusköpfchens in der Fossa radialis hat kaum eine praktische Bedeutung.

Pronation und Supination sind aus der Mittelstellung heraus um jeweils ca. 90° möglich.

Kurz erwähnt werden soll noch der physiologische Cubitus valgus des Ellenbogengelenkes. Er entsteht dadurch, daß Ober- und Unterarm nicht in einer geraden Achse zueinander stehen, sondern radial einen Winkel bilden, der kleiner als 180° ist. Im allgemeinen liegt er zwischen 165° und 170°, bei Frauen ist er häufig etwas kleiner als bei Männern.

Ist die Abweichung von Humerus und Ulna zur Gelenkachse genau gleich, so verschwindet dieser Winkel bei der Beugung, und Ober- und Unterarm decken sich.

2. Frakturformen des distalen Humerus

Durch seine wenig geschützte Lage in einem dünnen Weichteilmantel und durch ständige Exposition bei vielen Tätigkeiten des täglichen Lebens ist das Ellenbogengelenk sehr verletzungsgefährdet.
Die vorliegende Arbeit behandelt die Frakturen des distalen Humerus.
Nach Bruchform und -schwere kann man verschiedene Frakturtypen unterteilen, wobei Kombinationen der einzelnen Frakturformen miteinander oder mit zusätzlichen Frakturen von Radius und Ulna beobachtet werden können. Dennoch hat sich diese Einteilung für die Zuordnung von möglichen Komplikationen und Behandlungsempfehlungen in der Praxis bewährt.

2.1. Extraartikuläre Frakturen

2.1.1. Epicondylusabrißfrakturen, Typ A1 nach der Einteilung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO)

Reine Epicondylusabrisse sind eine vorwiegend bei Kindern auftretende Frakturform, wobei es sich hier häufiger um eine Epiphysenlösung handelt als um eine knöcherne Fraktur, da die Epicondylen erst um das 12.-15. Lebensjahr vollständig verknöchern. (39)
Der Abriß des Epicondylus mediális ist wesentlich häufiger zu beobachten als der des Epicondylus lateralis. Nach Matti (57) entsteht diese Fraktur bei Sturz auf die Hand bei gestrecktem, bzw. überstrecktem Ellenbogengelenk durch eine plötzliche, forcierte Valgusstellung. Durch den dabei heftig ansetzenden Muskelzug kommt es zu einem Ausriß des Epicondylus medialis. Auf gleiche Weise kommt es zum Ausriß des Condylus lateralis, wenn der Arm durch einen Sturz in eine unphysiologische Varusstellung gebracht wird.

Auch eine direkte Gewalteinwirkung kann zu einem Abbruch der Epicondylen führen.
Beim Erwachsenen sieht man häufiger einen Abbruch des lateralen Epicondylus in Kombination mit einer Fraktur des Capitulum humeri. Bei diesem Frakturtyp besteht hinsichtlich der Morphologie als auch den Frakturmechanismus betreffend ein fließender Übergang zu der Fraktur des Condylus lateralis.
Bei einem isolierten Ausriß des lateralen oder medialen Epicondylus kommt es häufig zur Verlagerung des Fragmentes nach distal, was beim medialen Epicondylus durch Mitverlagerung des N. ulnaris zu dessen Schädigung führen kann. Nicht selten ist auch die Verlagerung des am Seitenband hängenden Fragmentes in den Gelenkspalt.

2.1.2. Supracondyläre und hohe percondyläre Frakturen

Typ A2 nach der AO einfacher supracondylärer Bruch
Typ A3 nach der AO supracondylärer Mehrfragmentbruch

Bei den supracondylären Frakturen unterscheidet man Flexions- und Extensionsbrüche.
Die Flexionsfrakturen kommen bei Krafteinwirkung auf das stark gebeugte Ellenbogengelenk zustande, das distale Humerusende wird hierbei durch das Olecranon abgeschert. Die Extensionsfrakturen entstehen bei einem Sturz auf die ausgestreckte Hand, wobei die Gewalt des Sturzes über beide Unterarmknochen auf den Humerus fortgeleitet wird.
Bei den Flexionsbrüchen verläuft die Bruchlinie schräg von proximal ventral nach distal dorsal, dabei ist das distale Fragment meist nach ventral disloziert und steht vor dem proximalen Teil des Humerus. Bei nicht zu starker Verschiebung der Bruchfragmente gegeneinander ergibt sich ein nach innen und vorne offener Winkel. Diese typische Verschiebung bei Flexionsbrüchen entsteht hauptsächlich durch den Muskelzug des M. pronator teres, der an dem distalen Fragment ansetzt und

es seiner Zugrichtung entsprechend aus der physiologischen Stellung disloziert. Besonders bei scharfkantigen Brüchen kann die untere Kante des oberen Fragmentes die Tricepssehne und die Haut oberhalb des Olecranons durchbohren und es entsteht eine offene Fraktur.

Die Flexionsfraktur ist beim Erwachsenen die häufigere Frakturform, während beim Kind die Extensionsfraktur überwiegt. (34) Bei letzterer verläuft die Bruchlinie von proximal dorsal nach distal ventral, das distale Fragment wird durch den Muskelzug des M. triceps brachii nach hinten oben gezogen und bildet mit dem proximalen Teil des Humerus einen nach innen und hinten offenen Winkel. Gleichzeitig kann das proximale Fragment so weit nach volar verschoben sein, daß es dort die Haut durchbohrt. Oft ist das distale Fragment zusätzlich nach ulnar disloziert. Nach L. Böhler (14) besteht bei Extensionsfrakturen mit starker Dislokation der Fragmente eine erhebliche Gefahr von Gefäß- und Nervenläsionen, da beugeseitig der N. medianus und die Gefäße zwischen der scharfkantigen Bruchfläche des proximalen Fragmentes und dem Processus coronoideus ulnae eingeklemmt werden können und zusätzlich, besonders bei ulnarer Verschiebung des distalen Fragmentes, die Bruchkante des Proximalen Fragmentes den N. radialis verletzen kann. Steht der Vorderarm in Supinationsstellung, so verläuft der N. radialis direkt über die Bruchkante des distalen Fragmentes.

In der Literatur wird die Häufigkeit temporärer Nervenausfälle nach supracondylären Frakturen mit bis zu 14 % angegeben (30). Deshalb ist bei jeder supracondylären Fraktur eine Prüfung der peripheren Durchblutung, Sensibilität und Motorik vordringlich. Auch nach der Reposition und - vor allem bei konservativer Behandlung- nach dem Anlegen eines Gipsverbandes oder eines Cuff- and Collar- Verbandes, ist eine Kontrolle in anfänglich kurzen Intervallen vorzunehmen. Dies gilt besonders für Kinder und Jugendliche, bei denen eine Volkmannsche

Kontraktur nach einer supracondylären Humerusfraktur wesentlich häufiger zu beobachten ist als bei Erwachsenen. Die beste Prophylaxe stellt nach L. Böhler die exakte Reposition der Fraktur in Pronationsstellung des Unterarmes dar, da hierdurch die mechanische Abflußbehinderung der Gefäße beseitigt und die überdehnten Nerven entlastet werden. Eine komplette Zerreißung von Nerven oder Gefäßen wird bei supracondylären Frakturen, im Gegensatz zu den Humerustrümmerfrakturen nur selten beobachtet.
Die rein supracondyläre Fraktur ist eine Bruchform, die überwiegend bei Kindern und Jugendlichen auftritt, wobei hier als Sonderform die komplette Epiphysenabsprengung des distalen Humerus abzugrenzen ist (2; 21; 35) ; bei Erwachsenen liegt meist eine supracondyläre Mehrfragmentfraktur vor, bzw. die supracondyläre Bruchlinie ist mit einer intercondylären zur sogenannten Y- oder T- Fraktur kombiniert (Typ C1 und C2 nach der AO).

2.2. Intraartikuläre unicondyläre Frakturen

2.2.1. Fraktur des Condylus lateralis, Typ B1 n. d. AO
Fraktur des Condylus medialis, Typ B2 n. d. AO

Isolierte Abbrüche des lateralen Condylus werden sehr viel häufiger beobachtet als die des medialen Condylus. Bei einem Sturz auf die ausgestreckte Hand wird die Kraft des Aufpralls über das Handgelenk und den Radius direkt auf den lateralen Condylus übertragen, der hierdurch abgeschert werden kann. Verstärkend wirkt dabei noch die physiologische Valgusstellung des Armes im Ellenbogen. Da die Ulna nur mittelbar mit dem Handgelenk artikuliert, wird über die nur ein kleiner Teil der Sturzkräfte auf den medialen Condylus übertragen; deshalb ist ein Abbruch des medialen Condylus ein wesentlich selteneres Ereignis.

Entsprechend dem Entstehungsmechanismus dieser Fraktur sind begleitende Radiusköpfchenfrakturen recht häufig.
In den meisten Fällen ist eine Dislokation des Fragmentes zu beobachten, ist zusätzlich das Seitenband gerissen, so kann sich das Fragment durch den Muskelzug der am lateralen bzw. medialen Condylus angreifenden Muskeln bis um 180° verdrehen. Auch bei intaktem Seitenband wurde eine Rotation des lateralen Condylus beschrieben (39,96).
Auch wenn eine derart starke Dislokation nicht vorliegt, ist der laterale Condylus überwiegend nach außen und proximal und der mediale Condylus nach außen und distal verschoben.

2.2.2. Fraktur des Capitulum oder der Trochlea humeri

Typ B3 n.d. AO, bzw. kombinierte Fraktur von Capitulum und Trochlea humeri, Typ D1 n.d. AO

Nach L. Böhler kommt es zu Abbrüchen des Oberarmköpfchens bevorzugt bei Patienten, die eine verstärkte Valgusstellung und eine Überstreckbarkeit im Ellenbogengelenk aufweisen (14).
Ein Abbruch von Capitulum und Trochlea humeri kann kombiniert auftreten, häufiger jedoch ist ein Abbruch nur eines der beiden Teile, wobei das Ausmaß und die Form der Fraktur selten isoliert nur den einen oder anderen Teil betreffen. Hierbei kannes sowohl zu einer reinen Abscherung der Knorpelflächenkommen als auch zu einem knöchernen Ausriß von Capitulum und/oder Trochlea. Das abgesprengte Fragment ist fast immer mehr oder weniger stark disloziert, wobei es sich sowohl um seine Längs- als auch um seine Querachse drehen kann. Für das Ausmaß und die Richtung der Dislokation ist die Stellung des Unterarmes im Augenblick der Gewalteinwirkung von

entscheidender Bedeutung (96).
Nach Krösl (43) und Hohmann (34) lassen sich vier nach Bruchmechanismus und Dislokationsrichtung verschiedene Frakturtypen unterscheiden:
1) Bei einem Sturz auf die Hand bei überstrecktem Ellenbogengelenk kommt es zu einem isolierten oder kombinierten Ausriß von Capitulum bzw. Trochlea, das periphere Fragment ist dabei meist nach proximel und volar verschoben. Dieser Frakturtyp wird vorwiegend bei Frauen beobachtet, da der bei Frauen stärker ausgeprägte Cubitus valgus bevorzugt zu dieser Bruchform führt und Frauen häufig das Ellenbogengelenk um mehr als 10^{o} überstrecken können (14).

2) Bei einem Sturz auf die Hand bei gestrecktem Ellenbogengelenk wird die Sturzgewalt, ähnlich wie bei den Condylenbrüchen, direkt über das Radiusköpfchen auf das Capitulum humeri weitergeleitet. Im Unterschied zum Bruchtyp 1 ist hier nur die Knorpelfläche oder eine ganz dünne Knochen - Knorpel - Lamelle vom Capitulum humeri abgeschert. Das Fragment ist ebenfalls nach proximal und volar verlagert.

3) Ist der Ellenbogen bei einem Sturz auf die Hand leicht gebeugt, so frakturieren Capitulum und Trochlea meist gemeinsam, das Fragment ist nach proximal und dorsal verlagert.

4) Bei einem Sturz auf das Olecranon entsteht zwar in der überwiegenden Zahl der Fälle am distalen Humerus eine supracondyläre Flexionsfraktur bzw. ein Y - oder T - Bruch, es kann jedoch auch zu einer teilweisen oder vollständigen Absprengung von Capitulum und/oder Trochlea humeri kommen. Das distale Fragment ist hierbei nach proximal und volar verlagert.

Alle diese Frakturformen können mit einer Radiusköpfchenfraktur kombiniert sein, vor allem die Formen 1 - 3 mit Längsstauchung des Armes, wo durch die Keilwirkung des Capitulum humeri ein Meißelbruch des Radiusköpfchens entstehen kann und dieses gleichzeitig Capitulum oder Trochlea absprengt.

2.3. Intraartikuläre bicondyläre Frakturen

2.3.1. Y - und T - Frakturen, Typ C1 n.d. AO, und Y - und T - Frakturen mit supracondylärem Mehrfragmentbruch, Typ C2 n.d. AO

Dieser Bruchtyp kommt grundsätzlich durch den gleichen Verletzungsmechanismus zustande wie die supracondylären Frakturen, die supracondyläre Bruchlinie verläuft entsprechend dem Flexionsbruch bei einem Sturz auf den gebeugten Ellenbogen und entsprechend dem Extensionsbruch bei einem Sturz auf die ausgestreckte Hand. Zusätzlich ist das distale Humerusfragment durch die Keilwirkung der proximalen Ulna in einen medialen und einen lateralen Teil gespalten, wodurch die Y - oder T - Form der Fraktur entsteht. Der Verlauf der supracondylären Bruchlinie bestimmt die Zuordnung zu der Y - oder T - Form. Zuweilen entstehen auch annähernd V - förmige Brüche mit einem intermediären Fragment. Die möglichen Nerven- und Gefäßverletzungen entsprechen denen bei supracondylären Frakturen.

2.3.2. Trümmerfrakturen, Typ C3 n.d. AO

Die Trümmerfrakturen des distalen Humerusendes haben gewöhnlich ebenfalls einen supra- und einen intercondylären Anteil wie die Y - und T - Frakturen; bei schweren Zersplitterungen des distalen Humerus sind diese beiden Anteile oft jedoch nicht mehr zu unterscheiden.
Die Unfallursache ist überdurchschnittlich häufig ein Verkehrsunfall, bei dem große Gewalteinwirkungen auf das Ellenbogengelenk auftreffen und dieses zertrümmern können. Hierbei entstehen nicht selten tiefe Weichteilverletzungen, die zu infektionsgefährdeten offenen Frakturen führen. Gefäß- und Nervenläsionen können sowohl direkt durch die Weichteilverletzung als auch indirekt durch die Verschiebung der Frakturfragmente verursacht werden.

Frakturformen des distalen Humerus

Extraartikuläre Frakturen

Epicondylusabriß-frakturen
Typ A1

Supracondyläre Frakturen
Typ A2

Supracondyläre Mehrfragmentfrakturen Typ A3

Intraartikuläre unicondyläre Frakturen

Fraktur des Condylus medialis
Typ B2

Fraktur des Condylus lateralis
Typ B1

Fraktur des Capitulum oder der Trochlea humeri Typ B3

Intraartikuläre bicondyläre Frakturen

Y- oder T- Frakturen
Typ C1

Y- oder T- Mehrfragmentfrakturen
Typ C2

Trümmerfrakturen
Typ C3

3. Ergebnisse der Behandlung der distalen Humerusfrakturen an der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen

3.1 Patientengut

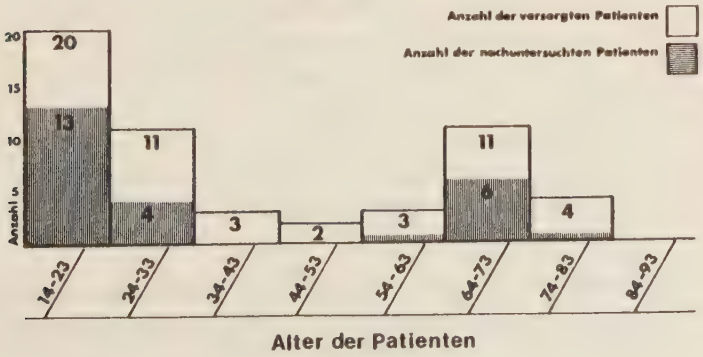
In die Untersuchung einbezogen wurden Patienten ab 14 Jahren, die im Zeitraum von 1968 - 1979 an der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen an einem Bruch des distalen Humerus primär versorgt wurden.

Die Gesamtzahl der in diesem Zeitraum mit einer distalen Humerusfraktur versorgten Patienten über 14 Jahren betrug 56, davon waren:

8 Patienten zwischenzeitlich verstorben,
4 Patienten aus gesundheitlichen Gründen nicht in der Lage, zur Nachuntersuchung zu erscheinen,
9 Patienten nach unbekannt verzogen,
10 Patienten trotz zweimaliger Einbestellung nicht erschienen.

Zur Nachuntersuchung erschienen 25 Patienten, davon ein Patient mit beidseitiger Fraktur des distalen Humerus.

Das durchschnittliche Alter betrug 34 Jahre, die Altersverteilung wies 2 Gipfel auf (siehe Schaubild). Das angegebene Alter ist jeweils das Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt.



Die Nachuntersuchung erfolgte durchschnittlich 6 Jahre nach dem Unfall, das kürzeste Intervall betrug 1 1/2 Jahre, das längste 12 Jahre.

Unfallursache war in

18 Fällen ein Verkehrsunfall,
4 Fällen ein Sportunfall,
3 Fällen ein Unfall im Haushalt,
1 Fall ein Unfall bei der Arbeit.

Der Unfallmechanismus war in

12 Fällen direkte Gewalteinwirkung auf den gebeugten Ellenbogen,
10 Fällen ein Überstreckungstrauma des Ellenbogens,
4 Fällen unbekannt (z.B. bei Verkehrsunfällen).

Die Lokalisation war in

17 Fällen auf der linken Seite,
9 Fällen auf der rechten Seite.

Bei 15 Patienten waren die Weichteile im Bereich des Ellenbogengelenkes erheblich kontusioniert, davon hatten 1 Patient eine III^{o} offene Fraktur und je 2 Patienten eine II^{o} bzw. eine I^{o} offene Fraktur erlitten.
Polytraumatisiert waren 6 Patienten, Begleitverletzungen des selben Armes wiesen 7 Patienten auf, davon 5 Patienten eine Olecranonfraktur und je ein Patient eine Humerusschaft- bzw. Ulnafraktur.

Die 26 behandelten Frakturen unterteilen sich in

- 11 Extraartikuläre Frakturen, davon
  8 Supracondyläre Frakturen und
  3 Epicondylusabsprengungen
- 4 Unicondyläre Frakturen
- 11 Bicondyläre Frakturen, davon
  6 Y - und T - Frakturen und
  5 Trümmerfrakturen

Die Gesamtzahl von 26 behandelten Frakturen ergibt sich durch die doppelseitige Verletzung eines Patienten.

Als unfallbedingte Komplikation trat bei 4 Patienten eine Schädigung des N. ulnaris auf, die bei 3 Patienten den sensiblen Anteil und bei 1 Patienten den sensiblen und motorischen Anteil betraf. Bei 2 dieser Patienten war die Schädigung nur temporär.
2 Patienten zeigten nach dem Unfall eine Schädigung aller drei großen Nerven des Armes, wobei sich diese bei einem Patienten im Laufe eines halben Jahres zurückbildete. Bei dem zweiten Patienten mit einer Teildurchtrennung des N. ulnaris verschwanden nur die Ausfälle des N. medianus, die vor allem motorischen Ausfälle des N. ulnaris und N. radialis blieben bestehen.
Von den 6 Fällen mit posttraumatischer Nervenschädigung entfielen 4 auf offene Frakturen.

3.2 Therapie

Die Therapie erfolgte in 5 Fällen konservativ, bei 7 weiteren Patienten wurde die konservative Behandlung nach durchschnittlich 14 Tagen abgebrochen, da das Repositionsergebnis konservativ nicht zu stabilisieren war, sodaß insgesamt schließlich 21 Frakturen operativ versorgt wurden.
Das Intervall bis zur Operation betrug durchschnittlich 2 Tage, zum Teil dadurch bedingt, daß manche Patienten nicht gleich am Unfalltag den Arzt aufsuchten oder daß sie erst mit einer Latenz von 1 - 3 Tagen vom Hausarzt überwiesen wurden.

- 7 Frakturen wurden am Unfalltag operativ versorgt,
- 7 Frakturen wurden 2 - 4 Tage nach dem Unfallereignis operiert, und
- 7 Frakturen wurden konservativ bis zu maximal 20 Tagen vorbehandelt.

Die operative Versorgung erfolgte nach den Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO), die konservative Therapie beinhaltete die Ruhigstellung

durch Extension und/oder Gipsverband in typischer Stellung.

Von den 21 operativ behandelten Frakturen wurden
9 mit einer Schraubenosteosynthese,
6 mit einer Plattenosteosynthese und
6 mit Kirschnerdrähten versorgt.

Intraoperativ mußten bei 4 Patienten kleinste und devitalisierte Fragmente entfernt werden, bei 2 älteren Patienten mit einer Trümmerfraktur fanden die Schrauben keinen Halt im porösen Knochen, sodaß eine Fixierung nur mit Kirschnerdrähten gelang. Bei einem der beiden Patienten wurde eine temporäre Arthrodese durchgeführt, da die Trümmerzonen des distalen Humerus und der proximalen Ulna nicht zu fixieren waren und reseziert werden mußten.

Die intraoperative Röntgenkontrolle ergab in
18 Fällen Stabilität der Osteosynthese,
16 Fällen Kongruenz der Bruchflächen,
3 Fällen eine Diastase von maximal 1,5 mm,
1 Fall eine Achsfehlstellung.
In einem Fall bestand die oben erwähnte Arthrodese.

Die postoperative Röntgenkontrolle zeigte in
16 Fällen eine anatomische Reposition,
2 Fällen eine Diastase der Bruchflächen (in einem Fall mit einer Stufenbildung der Gelenkfläche),
2 Fällen von Trümmerfrakturen keine anatomische Reposition
1 Fall die durchgeführte Arthrodese.

Die postoperative Ruhigstellung erfolgte in 14 Fällen mit einer dorsalen Oberarm-Gipsschiene für durchschnittlich 19 Tage, die zur Krankengymnastik abgenommen werden konnte. Bei 3 Patienten mit nicht ausreichend stabiler Osteosynthese wurde ein zirkulärer Oberarm-Gipsverband für 3, 4 und 6 Wochen angelegt. 4 Patienten erhielten kurzfristig eine elastische Binde.

Aktive Bewegungsübungen unter krankengymnastischer Anleitung wurden bei 22 Patienten durchgeführt, 3 junge Patienten, 2 davon konservativ behandelt, erreichten auch ohne Krankengymnastik ein ausgezeichnetes Funktionsergebnis. Die Krankengymnastik wurde postoperativ bei den jungen Patienten durchschnittlich am 3. Tag, bei den älteren Patienten durchschnittlich am 4. Tag begonnen und im Mittel 6 Monate durchgeführt.

Als postoperative Komplikation trat in 3 Fällen eine temporäre sensible Störung des N. ulnaris und in einem Fall eine persistierende sensible und motorische Ulnarisschädigung auf; in 2 Fällen entwickelte sich eine oberflächliche Infektion, einmal ein Narbenabszeß und einmal eine Fadenfistel, die beide folgenlos ausheilten.

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes betrug bei den Patienten bis 30 Jahre durchschnittlich 25 Tage, bei den Patienten über 50 Jahre durchschnittlich 40 Tage.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war das Osteosynthesematerial bei 15 Patienten bereits entfernt worden, im Mittel 11 Monate nach der Operation bzw. nach dem letzten Eingriff. Das kürzeste Intervall betrug 1 Monat, das längste 12 Jahre. Bei 5 Patienten, davon 2 im Alter von über 70 Jahren, war das Metall noch nicht entfernt worden.

Volle Belastungsfähigkeit des Ellenbogengelenkes war im Durchschnitt 4 Monate postoperativ wieder erreicht.

3.3 Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung wurde besonderer Wert auf das funktionelle Ergebnis gelegt. Jeweils im Vergleich zum gesunden Arm wurde die Beweglichkeit der verletzten Seite nach der Neutral - Null - Methode geprüft. Bei dem einen Patienten mit beidseitiger distaler Humerusfraktur war ein Vergleich zum gesunden Arm nicht möglich, hier wurde als Normalmaß eine Streckung von 0^{o}, eine Beugung von 140^{o} und eine Pro- und Supination von jeweils 90^{o} zum Vergleich genommen.

YO-CYR-963

Weiterhin wurden die Umfangmaße an Ober- und Unterarm entsprechend dem "Meßblatt für obere Gliedmaßen" der Berufsgenossenschaften erhoben, um eine Muskelminderung bzw. eine Verdickung im Ellenbogenbereich festzustellen und dies in Bezug zu einer eventuellen Kraftminderung zu setzen. Mit der gleichen Fragestellung wurde auch die beidseitige Hohlhandbeschwielung verglichen. Im weiteren fand der äußere Aspekt hinsichtlich der Weichteil- und Narbenverhältnisse und der arteriellen Durchblutung Beachtung.
Bei jedem Patienten wurde eine Röntgenaufnahme des verletzten Ellenbogens in 2 Ebenen angefertigt und zu dem Unfallbild und - soweit vorhanden - zu den zwischenzeitlich angefertigten weiteren Röntgenaufnahmen in Bezug gesetzt. Zur Fragestellung einer posttraumatischen Arthrose wurde bei einzelnen Patienten eine Vergleichsaufnahme des gesunden Ellenbogengelenkes angefertigt.
Geprüft wurden außerdem Sensibilität und Fingerfunktion zur Feststellung eventueller neurologischer Ausfälle.
Jeder Patient wurde nach seinen subjektiven Beschwerden - Schmerzen, Kraftverlust und Gebrauchsfähigkeit - befragt und aus den objektiven und subjektiven Komponenten ein Gesamtergebnis von "sehr gut" über "gut" und "mäßig" bis "schlecht" gebildet.

Die Beurteilung erfolgte aufgrund folgender Kriterien:

"sehr gut": keine Schmerzen, freie Gebrauchsfähigkeit.

"gut": gelegentlich Schmerzen bei fehlender Behinderung.

"mäßig": häufige, glaubhafte Schmerzen, leichte Behinderung.

"schlecht": glaubhafter Dauerschmerz, dauernde Behinderung.

Die Röntgenkontrolle der Nachuntersuchung zeigte bei 19 der 21 operativ versorgten Fälle eine knöchern fest verheilte Fraktur, in 2 Fällen ehemaliger Trüm-

merfrakturen war der Frakturspalt noch sichtbar und die Fraktur in erheblicher Fehlstellung verheilt.

Bei 17 der 25 Patienten war der distale Humerus anatomisch exakt rekonstruiert worden, davon bei 15 operativ und bei 2 konservativ versorgten Patienten. 11 dieser Patienten hatten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis, in 6 Fällen war die Beweglichkeit mäßig bis stark eingeschränkt, davon bei 3 Trümmerfrakturen, einer offenen Fraktur und den 2 Frakturen der Patientin mit primär chronischer Polyarthritis.

Bei 2 Patienten zeigte das Röntgenbild eine geringe Stufenbildung der Gelenkfläche, trotzdem waren beide Patienten bei freier Beweglichkeit im Ellenbogengelenk beschwerdefrei.

Bei 6 Patienten - davon je 3 operativ und konservativ versorgt - kam der distale Humerus in Fehlstellung zur Ausheilung. In 5 dieser Fälle bestanden erhebliche Beschwerden und mäßige bis starke Bewegungseinschränkungen des Ellenbogengelenkes. Eine konservativ versorgte Patientin war bei nur geringer Beweglichkeitsminderung weitgehend beschwerdefrei.

Insgesamt zeigt dieses Ergebnis, daß die anatomische Rekonstruktion des Humerus eine wichtige Voraussetzung für die Erhaltung der Beweglichkeit im Ellenbogengelenk ist. Andererseits kann es aber trotz einer leichten Fehlstellung zu einem guten funktionellen Resultat kommen.

Die Knochenstruktur war bei 6 Patienten im Sinne einer Osteoporose verändert. Dies ist jedoch nicht als Unfallfolge zu interpretieren, da die Osteoporose in allen Fällen bereits vor dem Unfall bestanden hatte.

Eine Arthrosis deformans war im vorliegenden Krankengut in 14 Fällen zu beobachten. Diese degenerativen Veränderungen der Gelenke hatten bei 8 älteren Patienten bereits vor dem Unfall bestanden. Durch den Unfall hatte sich der Befund bei diesen Patienten in unterschiedlichem Ausmaß verstärkt. Bei den anderen

Y0-CYR-963

6 Patienten in jüngerem Alter zeigte sich röntgenologisch eine beginnende posttraumatische Arthrose, die bisher aber selbst bei schon ausgeprägten Veränderungen bei keinem der Patienten zu Schmerzen im Gelenk geführt hatte. Da es mit zunehmendem Alter jedoch zu erheblichen Bewegungseinschränkungen und Schmerzen kommen kann, ist diese Spätkomplikation von großer Bedeutung. Eine Fehlstellung der gelenkbildenden knöchernen Anteile zueinander begünstigt die Entstehung einer Arthrose, da sich die Belastung innerhalb des Gelenkes unphysiologisch verteilt, aber auch bei anatomisch exakter Rekonstruktion des Gelenkes ist diese Komplikation nicht immer zu vermeiden.

Periartikuläre Weichteilverkalkungen waren bei 3 Patienten vorhanden, jedoch keine Veränderungen im Sinne einer Myositis ossificans.
In 2 Fällen war zwischenzeitlich eine Sudecksche Atrophie ersten Grades aufgetreten, die sich aber auf intensive Krankengymnastik zurückgebildet hatte und bei der Nachuntersuchung röntgenologisch und klinisch nicht mehr nachweisbar war.
Die arterielle Durchblutung war bei 24 Patienten normal, bei einem Patienten war die Kapillarfüllung im Nagelbett gestört.
Neurologische Störungen wurden bei 4 Patienten festgestellt, bei 3 Patienten waren sie auf das Unfalltrauma zurückzuführen, bei einem Patienten traten sie erst postoperativ auf. Eine Störung des sensiblen Anteils des N. ulnaris bestand in 3 Fällen, ein Patient hatte zusätzlich einen Ausfall des motorischen Ulnarisanteils. Ein Patient hatte einen motorischen Ausfall des N. ulnaris und des N. radialis nach Trümmerfraktur des distalen Humerus und zunächst - posttraumatisch - kompletter Parese des Unterarmes.

Die grobe Kraft war im Seitenvergleich bei 16 Patienten normal, bei 9 Patienten in unterschiedlichem Ausmaß vermindert. Dieser Befund ließ sich durch eine Verminderung der Hohlhandbeschwielung und der Umfangmaße des Unterarmes objektivieren.

Die Fingerfunktion war bei 20 Patienten normal, bei 5 Patienten war in drei Fällen der Faustschluß nur unvollständig möglich, in einem Fall der Spitzgriff inkomplett und in zwei Fällen die Feinmotorik gestört.

2 Patienten mußten aufgrund bleibender Funktionseinbußen - einmal wegen Teilparese des Unterarmes und der Hand und einmal wegen einer Bewegungseinschränkung - ihren ursprünglichen Beruf aufgeben und auf einen anderen Beruf umschulen, bei dem die Funktionsminderung im Ellenbogengelenk weniger zum Tragen kam. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß 8 Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls altersgemäß schon berentet waren. Bei 6 dieser Patienten wäre aufgrund der Bewegungseinschränkung eine berufliche Behinderung möglich gewesen.

Die Einschränkung der Beuge- und Streckfähigkeit im Ellenbogengelenk gliederte sich wie folgt auf:

	Streckhemmung	Beugehemmung
0 - 10°	11 Fälle	14 Fälle
11 - 20°	4 Fälle	4 Fälle
21 - 30°	5 Fälle	2 Fälle
31 - 40°	3 Fälle	-
41 - 50°	3 Fälle	4 Fälle
51 - 60°	-	1 Fall
61 - 70°	-	1 Fall

Der Bewegungsumfang von Beugung und Streckung im Ellenbogengelenk betrug:

über 130°: 8 Patienten
110 - 130°: 7 Patienten
80 - 110°: 4 Patienten
51 - 70° : 3 Patienten
50° : 3 Patienten
unter 50°: 1 Patient

Bezüglich der subjektiven Beschwerden gaben

8 Patienten an, beschwerdefrei zu sein.

6 Patienten an, geringe Beschwerden zu haben, z.B. leichte Wetterfühligkeit.

6 Patienten mittelstarke Beschwerden an.

5 Patienten starke Beschwerden an.

Dementsprechend ergab der subjektive Gesamteindruck, in den die Gebrauchsfähigkeit des Armes und ein eventueller Kraftverlust oder Schmerzen des Patienten einbezogen wurden, bei

14 Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis.

5 Patienten ein mäßiges Ergebnis.

6 Patienten ein unbefriedigendes Ergebnis.

Frakturform	Versorgung	anatom. Repos.	sehr gut	gut	mäßig	schlecht	Gesamt
supracondylär (Typ A2 u. A3)	Platten	X X O	1	2	-	-	3
	Schrauben	X X	-	-	1	1	2
	Kirschnerdr.	X O	2	-	-	-	2
	Konservativ	-	-	1	-	-	1
Y- und T-Frakt. (Typ C1 u. C2)	Platten	X X X	-	1	1	1	3
	Kirschnerdr.	X	1	-	-	-	1
	Konservativ	- -	-	-	-	2	2
Trümmerfrakt. (Typ C3)	Schr.&Ki.-dr.	X X	-	-	2	-	2
	Kirschnerdr.	O - -	-	-	1	2	3
Condylenfrakt. (Typ B1 u. B2)	Schrauben	X X X	-	2	1	-	3
	Konservativ	X	1	-	-	-	1
Epicondylusfrakt. (Typ A1)	Schr.&Ki.-dr.	X X	1	1	-	-	2
	Konservativ	X	1	-	-	-	1

X = anatomisch exakte Reposition

O = annähernd anatomische Reposition

- = keine anatomische Reposition

4. Gesonderte Betrachtung einzelner Patientengruppen

4.1 Konservativ versorgte Patienten

Konservativ behandelt wurden 3 Patienten über 55 Jahre, davon 1 Fall einer supracondylären Fraktur und 2 Fälle einer Y-Fraktur, und 2 Patienten unter 20 Jahre, davon 1 Fall einer Condylenfraktur und 1 Fall einer Epicondylusabsprengung.
Die 3 älteren Patienten erlitten Verkehrsunfälle, 2 stürzten vom Fahrrad und ein Patient war polytraumatisiert.
Nur in dem Fall des Patienten mit der supracondylären Extensionsfraktur wurde die Indikation zur konservativen Behandlung aufgrund der Frakturgegebenheiten gestellt. Die Fragmente waren kaum dislociert, sodaß hier mit einer Baumann'schen 3-Punkt-Extension eine zufriedenstellende Reposition erzielt werden konnte. Die Extension wurde durch einen Gipsverband ergänzt, und der Arm für insgesamt 6 1/2 Wochen ruhiggestellt. Die Fraktur verheilte in leichter Achsfehlstellung nach dorsal und mäßiger Antekurvation. Durch die relativ lange Ruhigstellung war es bei dem Patienten zu einer Bewegungseinschränkung im Schultergelenk gekommen, die sich durch die anschließend über ein Jahr fortgeführte krankengymnastische Behandlung zwar besserte, jedoch nicht völlig zum Verschwinden gebracht werden konnte.

Bei der Nachuntersuchung, 10 Jahre nach dem Unfall, zeigten sich ausgeprägte ossäre Ausziehungen an beiden Condylen, das Ausmaß der Kalksalzminderung am verletzten Arm entsprach der allgemeinen Osteoporose bei dem inzwischen 75-jährigen Patienten. Die Funktionsprüfung ergab eine fast vollständige Streckfähigkeit, die Beugung war um 20° leicht eingeschränkt. Trotz eines leichten Kraftverlustes ist dieses Ergebnis als sehr gut zu werten, der Patient bezeichnete sich selbst als völlig beschwerdefrei.

Bei den beiden anderen älteren Patienten wurde die Indikation zur konservativen Behandlung einmal wegen eines erhöhten Operationsrisikos bei reduziertem Allgemeinzustand und einmal wegen vorrangiger, vital gefährdender Begleitverletzungen bei einem Polytrauma gestellt.
Letzterer Patient hatte sich eine Y-Mehrfragmentfraktur des distalen Humerus zugezogen, die Fraktur wurde für 6 Wochen mit einem zirkulären, zunächst gespaltenen Oberarmgipsverband ruhiggestellt. Da es bei dem Unfall zu einer erheblichen Einstauchung der Fragmente gekommen war und die Reposition nicht exakt gelang, verheilte die Fraktur unter mäßiggradiger Stufenbildung der Gelenkfläche und leichter Achsfehlstellung. Ab der 7. Woche wurde für die Dauer von 9 Monaten gezielt krankengymnastisch nachbehandelt.

Die Nachuntersuchung zeigte röntgenologisch einen knöchernen Durchbau der Fraktur in der beschriebenen Fehlstellung, das Humeroulnargelenk war leicht arthrotisch verändert. Die Funktionsprüfung ergab einen Bewegungsumfang von 90^{o} bei einer Streckhemmung von 50^{o} und einer Beugehemmung von 15^{o}, der Patient klagte über einen leichten Kraftverlust und fühlte sich in seinen täglichen Verrichtungen durch die Bewegungseinschränkung erheblich behindert.

Der andere Patient mit percondylärer Y-Fraktur wurde mit einer Ulnadrahtextension behandelt, die Fraktur konnte bei geringer Diastase der Fragmente von 1,5 mm ausreichend stabilisiert werden. Nach 14 Tagen mußte die Extension jedoch wegen einer beginnenden Bohrdrahtosteomyelitis der proximalen Ulna entfernt und durch einen zirkulären Oberarmgipsverband ersetzt werden. Die Infektion konnte unter antibiotischer Behandlung rasch beherrscht werden, die Diastase der Fragmente vergrößerte sich jedoch auf 2,5 - 3 mm und die Fraktur kam bindegewebig als Pseudarthrose zur Ausheilung. Gleichzeitig entwickelte sich eine fortschreitende Ankylosierung im eigentlichen

Ellenbogengelenk. Eine begleitende Sudeck'sche Atrophie wurde durch entsprechende intensive Krankengymnastik beherrscht.
Die Nachuntersuchung 10 Jahre nach dem Unfall zeigte röntgenologisch und klinisch eine völlig instabile Pseudarthrose mit starker Ankylosierung im Ellenbogengelenk. Bei massiver Osteoporose waren beide Humeruscondylen fast vollständig verschwunden. Die Funktionsprüfung ergab das schlechteste Ergebnis des gesamten Krankengutes mit einem Bewegungsumfang von 40^{0} bei einer Beweglichkeit von 0 - 20 - 60 und einer Einschränkung von Pronation und Supination um 2/3.
Bei diesem Patienten war eine Indikation zur operativen Behandlung der Pseudarthrose nicht gegeben, da bei der hochgradigen Gelenkversteifung die verbliebene Beweglichkeit zu einem großen Teil gerade durch die Pseudarthrose erreicht wurde.
Insgesamt ist das Ergebnis bei diesen beiden Patienten nicht zufriedenstellend.

Bei den beiden jüngeren Patienten war die Fraktur nicht disloziert, ein konservatives Vorgehen also durchaus indiziert.
Beim Sturz vom Fahrrad zog sich der eine Patient eine Absprengung des Epicondylus lateralis links zu, das Fragment war nicht disloziert. Der Patient wurde konservativ mit einer Ulnadrahtextension für 14 Tage und anschließendem zirkulären Oberarmgipsverband für weitere 4 Wochen behandelt. Durch die Extension und Ruhigstellung wurde Stabilität und Kongruenz der Fraktur erzielt, die Fraktur heilte in anatomisch exakter Stellung aus. Krankengymnastische Nachbehandlung war nicht erforderlich, die anfangs nach Gipsabnahme leicht eingeschränkte Beweglichkeit normalisierte sich innerhalb von 10 Tagen.
Bei der Nachuntersuchung 12 Jahre nach dem Unfall war der Patient beschwerdefrei, die Funktionsprüfung ergab seitengleiche, freie Beweglichkeit im Ellenbogengelenk. Röntgenologisch war die Fraktur in anatomisch exakter Stellung bei physiologischer Knochenstuktur

vollständig verheilt, der Frakturspalt war nicht mehr sichtbar.

Der zweite Patient zog sich beim Schulsport eine Absprengung des Condylus lateralis und eine Mehrfragmentfraktur des Olecranons der gleichen Seite zu. Das Olecranon wurde operativ mit Zuggurtung und 2 Kirschnerdrähten versorgt, da die Fragmente erheblich disloziert waren. Der abgesprengte, nicht dislozierte Condylus lateralis wurde konservativ mittels eines zirkulären Oberarmgipsverbandes für 6 Wochen behandelt. Eine krankengymnastische Übungsbehandlung war auch bei diesem Patienten nicht notwendig.
Bei der Nachuntersuchung 2 Jahre nach dem Unfall war der Patient sowohl von Seiten des Olecranons als auch von der condylären Humerusfraktur her völlig beschwerdefrei, die Funktionsprüfung ergab freie Beweglichkeit im Ellenbogengelenk, röntgenologisch war die Fraktur knöchern fest verheilt in achsengerechter Stellung bei normaler Knochenstruktur.

Das Ergebnis dieser beiden, sowie des erstgenannten Patienten zeigt, daß eine konservative Behandlung in geeigneten Fällen zu sehr guten Resultaten führen kann und dort durchaus angewendet werden sollte. Eine konservative Therapie als "Notlösung" bei all jenen Patienten, deren Allgemeinzustand oder Begleitverletzungen eine operative Behandlung nicht erlauben, erbringt jedoch nur unbefriedigende Ergebnisse.

4.2 Patienten mit offenen Frakturen

5 Patienten hatten offene Frakturen erlitten, je 2 eine I^{o} bzw. II^{o} offene Fraktur, ein Patient eine III^{o} offene Fraktur.
Bei 4 dieser Patienten waren posttraumatische Nervenschädigungen festgestellt worden, in allen 4 Fällen war der sensible Anteil des N. ulnaris betroffen, in 3 Fällen jedoch nur temporär. In einem Fall war zusätzlich der motorische Anteil des N. ulnaris und des N. radialis betroffen, temporär auch der N. medianus sensibel und motorisch.

Alle 5 Patienten wurden operativ osteosynthetisch versorgt, davon

1 Patient mit einer Plattenosteosynthese,
2 Patienten mit Schraubenosteosynthese,
2 ältere Patienten mit Trümmerfrakturen durch Kirschnerdrähte.

Eine anatomische Rekonstruktion wurde bei den 3 erstgenannten Patienten erreicht. Bei den beiden anderen, weiblichen Patienten im Alter von 67 und 75 Jahren lag zum Unfallzeitpunkt schon eine erhebliche Osteoporose vor, sodaß eine Platten- oder Schraubenosteosynthese in physiologischer Stellung daran scheiterte, daß die Schrauben in dem porösen Knochen keinen Halt fanden. So bestand die operative Therapie in diesen beiden Fällen darin, die größeren Fragmente untereinander mit Kirschnerdrähten zu fixieren und die kleinen und kleinsten Fragmente weitgehend zu entfernen, um eine Sequesterbildung zu vermeiden. Bei einer dieser Patientinnen wurde zusätzlich eine temporäre Arthrodese mit Kirschnerdrähten durchgeführt, da fast die gesamten Humeruscondylen und die ebenfalls zertrümmerte Spitze des Olecranons reseziert werden mußten und eine normale Gelenkfunktion nicht mehr zu erwarten war.
Bei der Nachuntersuchung zeigte sich in diesem Fall röntgenologisch eine ausgeprägte Gelenkfehlstellung im Sinne einer Neoarthrose und ein vollständiges

Fehlen der Epicondylen. Das Gelenk war wackelbeweglich mit einem Bewegungsumfang von 50° aktiv und 80° passiv, die Pronationsfähigkeit war aufgehoben. Bei einer Muskelminderung am Oberarm von 2 cm und Unterarm von 5 cm und einer Verkürzung des Armes um 6 cm bestand ein erheblicher Kraftverlust. Die Weichteiltrophik und die sensiblen Empfindungen im Gebiet des N. ulnaris waren gestört, der Faustschluß nur unvollständig möglich.

Bei der anderen Patientin war eine Rekonstruktion der anatomischen Gelenkverhältnisse ebenfalls nicht möglich, die Fraktur heilte in erheblicher Fehlstellung mit Abknickung der distalen Fragmente nach dorsal um 60° und einer Parallelverschiebung der Längsachse von Ober- und Unterarm um 3 cm aus. Dies führte zu einer Verkürzung des Armes um 3 cm.

Bei der Nachuntersuchung hatte die Patientin einen Bewegungsumfang von 60°, auch hier war die Pronationsbewegung nicht möglich. Bei einer Muskelminderung von 1 cm am Oberarm klagte sie über einen erheblichen Kraftverlust. Die Weichteiltrophik war leicht gestört, motorische oder sensible Nervenausfälle bestanden nicht und die Fingerfunktion war normal.
Bei beiden Patientinnen waren röntgenologisch ehemalige Fragmente als freie Gelenkkörper sowie diskrete Weichteilverkalkungen nachweisbar.

Bei den drei anderen Patienten gelang die anatomische Reposition mit stabiler Platten- oder Schraubenosteosynthese. Das Funktionsergebnis war in einem Fall gut; dieser Patient hatte im Rahmen eines Polytraumas eine I° offene Fraktur des lateralen Condylus und des Olecranons erlitten, die beide osteosynthetisch versorgt wurden. Der laterale Condylus konnte anatomisch reponiert werden, im Bereich des Olecranons blieb jedoch eine Diastase der Fragmente bestehen. Nach einer Sprengung der Zuggurtung des Olecranons durch einen Sturz des Patienten wurde

in einem zweiten Eingriff durch eine Schraubenosteosynthese auch hier eine anatomisch exakte Stellung der Fragmente erreicht.
1 1/2 Jahre nach dem Unfall wurde bei dem Patienten anläßlich der Nachuntersuchung eine Spornbildung im Bereich des lateralen Condylus und eine beginnende Sekundärarthrose des Humeroulnargelenkes festgestellt. Der Patient war jedoch bis auf eine leichte Wetterfühligkeit beschwerdefrei, die Streckfähigkeit war um 20° geringfügig eingeschränkt, die Beugung war frei.

In 2 Fällen war das Ergebnis unter Berücksichtigung der Ausgangssituation zufriedenstellend mit einem Bewegungsumfang von 90° bzw. 85° bei allerdings stärkerer Streckhemmung von 30° bzw. 40° und nur geringer Beugehemmung.
Einer dieser Patienten hatte bei einem Verkehrsunfall ein Polytrauma erlitten mit unter anderem drittgradig offener Trümmerfraktur des distalen Humerus und begleitender Teildurchtrennung des N. ulnaris. Unfallbedingt lag bei dem Patienten außerdem ein kompletter Ausfall des N. medianus und des N. radialis vor und eine Verletzung der A. ulnaris, d. h. es bestand eine komplette Parese des Unterarmes und der Hand. Ein nach der operativen Schraubenosteosynthese aufgetretener oberflächlicher Narbenabszeß heilte nach Revision gut aus. Ein Jahr nach der operativen Erstversorgung mußte wegen eines Narbenkompressionssyndroms der N. ulnaris nach ventral verlagert werden.
Bei der Nachuntersuchung zeigte sich eine anatomisch exakte Stellung des Ellenbogengelenkes, es bestand jedoch eine inkomplette Parese des Unterarmes und der Hand mit motorischen Ausfällen des N. ulnaris und des N. radialis. Zudem bestand eine Bewegungseinschränkung mit Streckhemmung von 30° und Beugehemmung von 25°, eine Einschränkung der Supination um 2/3 und der Pronation um 1/3 und ein erheblicher

Kraftverlust mit Muskelminderung am Unterarm von 2,5 cm. Außerdem bestand eine starke Einschränkung der Beweglichkeit des Handgelenkes, der Fingerfunktion und eine Atrophie der Weichteile in diesem Bereich. Der Patient war seitens der unfallbedingten Nervenläsionen erheblich behindert, der Bewegungsumfang war mit 90° jedoch zufriedenstellend.

Bei dem dritten, ebenfalls polytraumatisierten Patienten mit II° offener Fraktur konnte eine Osteosynthese wegen erheblicher Weichteilschwellung erst 20 Tage nach dem Unfallereignis vorgenommen werden. Der mehrfach frakturierte Humerusknochen wurde mit einer AO-Plattenosteosynthese versorgt, und der Patient begann sofort postoperativ mit aktiven krankengymnastischen Übungen, die über ein halbes Jahr fortgesetzt wurden. Unter dieser Behandlung verschwanden nach kurzer Zeit die sensiblen Störungen im Gebiet des N. ulnaris, die seit dem Unfall bestanden hatten.
Röntgenologisch zeigte sich bei der Nachuntersuchung 5 Jahre nach dem Unfall eine beginnende Arthrose des Humeroulnargelenkes mit deutlicher Verschmälerung des Gelenkspaltes, die bei unauffälligen knöchernen Verhältnissen am anderen Ellenbogengelenk auf den Unfall zurückgeführt werden muß. Trotz einer Muskelminderung an Ober- und Unterarm von je 2 cm hatte der junge Patient keinen Kraftverlust bemerkt und war, abgesehen von der Bewegungseinschränkung mit einem Bewegungsumfang von 0 - 40 - 125 schmerz- und beschwerdefrei.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß eine offene Fraktur, auch wenn keine Infektion auftritt, meist zu bleibenden Funktionseinschränkungen führt. Mögliche Ursachen hierfür sind die starke Weichteilkontusion mit häufig auftretenden Kontrakturen, die in vielen Fällen begleitenden Nervenverletzungen, sowie eventuelle degenerative Veränderungen des Gelenkes, die grundsätzlich nach jeder Fraktur mit Gelenkbeteiligung auftreten können.

4.3. Gesonderte Betrachtung verschiedener Frakturformen

4.3.1. Extraartikuläre Frakturen

4.3.1.1. Epicondylusabrißfrakturen

Bei 3 Patienten unter 21 Jahren lag eine Epicondylusabsprengung vor, bei 2 Patienten war der mediale und bei einem Patienten der laterale Epicondylus betroffen. Bei der geringen Patientenzahl ist eine statistische Beurteilung nicht möglich, jedoch ist das häufigere Vorkommen der Läsion des medialen Epicondylus aufgrund der anatomischen Verhältnisse (siehe Abschnitt 2.5) auch in der Literatur beschrieben (57).

2 der 3 Patienten wurden operativ versorgt, beide mit Schraubenosteosynthese bei primärer Fixierung des Fragments mit einem Kirschnerdraht. Ein Patient wurde konservativ behandelt mit einer Ulnadrahtextension für 14 Tage und einem anschließend angelegten Oberarmgipsverband für weitere 4 Wochen. Diese konservativ versorgte Fraktur heilte folgenlos aus, bei der Nachuntersuchung hatte der Patient eine freie Beweglichkeit im Ellenbogengelenk und war beschwerdefrei (siehe Abschnitt 4.1).

Bei einem der beiden operativ versorgten Patienten war es posttraumatisch durch ein massives Hämatom zu einer Kompression des N. ulnaris mit motorischen und sensiblen Ausfallserscheinungen gekommen, man entschloß sich daher zur Osteosynthese der Fraktur und gleichzeitiger Vorverlagerung des N. ulnaris auf die Beugeseite des Ellenbogengelenkes. Die Fraktur heilte in anatomischer Stellung aus. Nach der Dekompression des N. ulnaris hatten sich die motorischen Ausfallserscheinungen in kurzer Zeit zurückgebildet.
Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 3 Jahre nach dem Unfall war die Streckfähigkeit im Ellenbogengelenk endgradig bei 5^{o} leicht schmerzhaft eingeschränkt,

die Beugung war frei. Bei einem Muskelschwund von 1 cm am Oberarm und 2 cm am Unterarm lag subjektiv und objektiv kein Kraftverlust vor. Neurologisch bestanden noch leichte Sensibilitätsstörungen der Finger IV und V. Röntgenologisch waren periossär mehrere runde Verkalkungsherde im Bereich des Epicondylus lateralis, d. h. auf der Gegenseite, sichtbar, die als ehemalige Fragmente eines abgesprengten Epicondylus lateralis gedeutet werden können; der Patient gab auf gezieltes Befragen bei der Nachuntersuchung einen zwischenzeitlich aufgetretenen, jedoch nicht behandelten Unfall an.

Bei einem polytraumatisierten Patienten wurde ebenfalls eine Schraubenosteosynthese durchgeführt, da das kleine Epicondylusfragment erheblich disloziert war und in den Gelenkspalt eingeklemmt schien. Durch die Osteosynthese konnte das Fragment stabil, jedoch mit einer Diastase von bis zu 2 mm fixiert werden. Nach vollständiger knöcherner Konsolidierung der Fraktur konnte das Metall 4 Monate postoperativ entfernt werden.
Die Nachuntersuchung zeigte röntgenologisch eine kleine Exostose im Bereich der entfernten Spongiosaschraube, der ehemalige Frakturspalt war nicht mehr sichtbar. Der Patient hatte eine fast freie Beweglichkeit von 0 - 10 - 140, er gab jedoch ständige, mäßige Bewegungsschmerzen und einen Kraftverlust an. Die Muskelumfänge an Ober- und Unterarm und die Hohlhandbeschwielung waren seitengleich, sodaß sich diese Beschwerden nicht objektivieren ließen, neurologische Ausfälle bestanden nicht.

Wie erwartet, waren die Ergebnisse bezüglich der Bewegungsfunktion des Ellenbogengelenkes bei diesem Frakturtyp sehr gut, da die Gelenkflächen nicht unmittelbar mitbetroffen waren.

4.3.1.2. Supracondyläre Frakturen

Bei 8 Patienten lagen supra- bzw. percondyläre Brüche vor. 3 Patienten waren über 60 und 5 Patienten unter 30 Jahre alt. Flexions- und Extensionsbrüche waren mit je 4 Fällen vertreten.
1 Patient wurde konservativ und 7 Patienten wurden operativ behandelt, davon 3 Patienten, die 10, 14, bzw. 20 Tage mit einem zirkulären Gipsverband konservativ vorbehandelt wurden. Hier reichte der Gipsverband zur Stabilisierung der Fraktur nicht aus, eine weitere konservative Behandlung hätte zu keinem befriedigendem Ergebnis geführt.
3 Patienten mit supracondylären Mehrfragmentfrakturen wurden mit einer Plattenosteosynthese, 2 Patienten mit einer Schraubenosteosynthese und 2 Patienten mit Kirschnerdrähten versorgt.
Das Behandlungsergebnis war um so besser, je jünger die Patienten zum Unfallzeitpunkt waren: die besten Resultate, d. h. weitgehende Beschwerdefreiheit und freie Beweglichkeit, erzielten die 5 Patienten unter 30 Jahren. Bei 6 Patienten wurde eine Frakturheilung in annähernd anatomischer Stellung erreicht, davon hatten die 5 jüngeren Patienten ein sehr gutes Ergebnis.
Die beiden älteren operativ versorgten Patienten erreichten nur ein mäßiges bzw. schlechtes Ergebnis. Bei einem dieser beiden Patienten lag eine Einstauchungsfraktur vor, die trotz Schraubenosteosynthese nicht exakt anatomisch reponiert werden konnte. Es kam bei der Heilung zu einer Deformierung des Condylenmassivs und postoperativ zu sensiblen und motorischen Ausfällen des N. ulnaris. Bei schon prätraumatisch vorhandenen starken arthrotischen und osteoporotischen Veränderungen, die sich durch den Unfall auf der verletzten Seite verstärkt hatten, bestand bei dem Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Beweglichkeit im Ellenbogengelenk von 0 - 25 - 105.

Ein weiterer Patient mit vorbestehender chronischer Polyarthritis und massiven arthrotischen Veränderungen der Gelenke erlitt beidseitige Frakturen des Ellenbogens, eine percondyläre Fraktur rechtsseitig und eine Y-Fraktur auf der linken Seite, die beide in annähernd anatomischer Stellung ausheilten. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug der Bewegungsumfang rechts 0 - 50 - 120 und links 0 - 50 - 100, die Supination war um 2/3 und die Pronation um 1/3 eingeschränkt.

Der konservativ behandelte Patient (siehe Abschnitt 4.1) erzielte von den insgesamt 3 älteren Patienten des Krankengutes das beste Ergebnis mit Beschwerdefreiheit und einer fast freien Beweglichkeit von 0 - 5 - 125.
Bei einem Patienten kam es postoperativ zu einer oberflächlichen Fadenfistel, die nach Revision folgenlos ausheilte und das Funktionsergebnis nicht beeinträchtigte.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, daß bei den proximal des Gelenkes gelegenen supracondylären Frakturen vorbestehende degenerative Gelenkveränderungen entscheidend zum Gesamtergebnis der Frakturbehandlung beitragen: alle 5 jüngeren Patienten erzielten bei einwandfreier Osteosynthese ein sehr gutes Resultat, während sich bei dem Patienten mit chronischer Polyarthritis trotz guter Reposition eine starke Beweglichkeitseinschränkung entwickelte. Bei diesem Frakturtyp kann also auch eine in leichter Fehlstellung verheilte Fraktur zu einem guten funktionellen Ergebnis führen, wie dies der unter 4.1 dargestellte Fall des konservativ behandelten Patienten mit der supracondylären Extensionsfraktur zeigt.

4.3.2. Intraartikuläre unicondyläre Frakturen

4.3.2.1. Condylenfrakturen

Von den 25 nachuntersuchten Patienten hatten 4 eine isolierte Absprengung des Condylus radialis oder ulnaris erlitten, davon 2 Patienten zusätzlich eine Fissur des jeweils anderen Condylus. Bei den 3 jüngeren Patienten unter 30 Jahren lag zusätzlich eine Olecranonfraktur, in einem Fall auch eine Humerusschaftfraktur vor.
In 3 Fällen war der laterale Condylus betroffen, nur einmal der mediale, wenn man von den beiden Fissuren absieht, die jeweils konservativ zur Ausheilung gebracht werden konnten. Dies entsprach dem erwarteten Überwiegen der Verletzungen des lateralen Condylus, da dieser durch den Bruchmechanismus in höherem Maße gefährdet ist als der mediale Condylus. (siehe Abschnitt 2.4).
Bei 3 der 4 Patienten war der abgesprengte Condylus in typischer Weise dislozíert, sie wurden mit einer Schraubenosteosynthese versorgt. Ein Patient wurde bei nicht dislozíertem Condylenfragment konservativ behandelt.

Ein 26-jähriger Patient hatte ein Polytrauma erlitten mit I^{o} offener Fraktur des lateralen Condylus und des Olecranons (siehe Abschnitt 4.2). Obwohl die Frakturen in anatomisch exakter Stellung verheilten, kam es zu einer beginnenden Arthrose des Humeroulnargelenkes. Subjektiv war der Patient bis auf gelegentliche Wetterfühligkeit beschwerdefrei, eine leichte Einschränkung der Streckfähigkeit von 20^{o} bei freier Beugung behinderte ihn nicht.

Bei dem Patienten mit begleitender Olecranon- und Humerusschaftfraktur wurde trotz Schraubenosteosynthese keine völlige Stabilität des Condylenfragments am Humerus erzielt. Nach anfänglich exakter Rekonstruktion der Gelenkfläche kam es postoperativ zu einer Verschiebung des Fragments und die Fraktur heilte unter geringfügiger Stufenbildung der Gelenkfläche aus. Im Bereich der mit einer Zuggurtung

und 2 Kirschnerdrähten versorgten Olecranonfraktur bildete sich eine Pseudarthrose, hier wurde bei der Metallentfernung eine Spongiosaschraube zur Kompession in das Olecranon eingebracht.
Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, 1 1/2 Jahre nach dem letzten Eingriff, hatte sich der ehemalige Frakturspalt des Olecranons knöchern fest durchbaut, die Humerusschaftfraktur war nach Plattenosteosynthese folgenlos ausgeheilt. Der Patient hatte eine Streckhemmung von 30° bei freier Beugefähigkeit; eine Muskelminderung am Ober- und Unterarm von je 1 cm entsprach der Angabe des Patienten über einen mäßigen Kraftverlust, insbesondere beim Anheben von Lasten.

Ein 73-jähriger Patient hatte eine Abrißfraktur des medialen Condylus erlitten, die operativ nach temporärer Abtrennung des Olecranons in anatomisch exakter Stellung reponiert und mit Schrauben fixiert werden konnte. Bei schon vorbestehender Arthrose kam es trotz frühzeitig postoperativ einsetzender Krankengymnastik zu einer leichten Einschränkung der Streckfähigkeit von 20° bei sonst, von einer geringen Wetterfühligkeit abgesehen, beschwerdefreiem Befinden des Patienten.

Der konservativ versorgte Patient wies in dieser Gruppe das beste Ergebnis auf. Die begleitende Olecranonfraktur wurde mit einer Drahtzuggurtung und 2 Kirschnerdrähten versorgt und das Ellenbogengelenk zur Ausheilung der Condylenfraktur 6 Wochen in einem zirkulären Oberarmgipsverband ruhiggestellt. Die Funktion war seitengleich frei und der Patient bei röntgenologisch nicht mehr nachweisbarer Fraktur beschwerdefrei (siehe Abschnitt 4.1).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes weitgehend erhalten werden konnte: die Beugung war in keinem Fall eingeschränkt, die Streckung war in einem Fall frei, zweimal um 20° und einmal um 30° eingeschränkt. Da eine gleichzeitige Verletzung von 2 Anteilen des

Ellenbogengelenkes die Wahrscheinlichkeit einer Bewegungseinschränkung erhöht, ist die begleitende Olecranonfraktur in zwei dieser Fälle in die Beurteilung mit einzubeziehen.
Insgesamt kann das Ergebnis zufriedenstellen, zumal lediglich bei einem Patienten ein leichter bis mäßiger Kraftverlust auftrat und alle Patienten schmerzfrei waren.

4.3.3. Intraartikuläre bicondyläre Frakturen

4.3.3.1. Y - und T - Frakturen

6 Patienten erlitten diacondyläre Y- oder T-Frakturen, je 3 Frauen und Männer, dabei waren die Männer unter 30 Jahre alt, die Frauen über 50 Jahre alt.
In die Gruppe dieser Frakturen wurden auch jene Fälle aufgenommen, bei denen ein oder beide Condylenfragmente zusätzlich in sich frakturiert waren im Sinne einer Mehrfragmentfraktur. Dies war bei 5 der 6 Patienten der Fall.
Bei diesem Frakturtyp überwog pathogenetisch der Verkehrsunfall mit 4 der 6 Fälle, hiervon waren 2 Patienten polytraumatisiert. Einer dieser Patienten hatte eine II^{o} offene Fraktur mit temporärer Schädigung des N. ulnaris erlitten.
4 Patienten wurden operativ behandelt, 2 Patienten wurden konservativ versorgt. Einer dieser beiden Patienten war polytraumatisiert mit vital gefährdenden Begleitverletzungen, die vorrangig behandelt werden mußten, bei dem anderen Patienten bestand ein erhöhtes Narkoserisiko wegen eines reduzierten Allgemeinzustandes und eines Diabetes mellitus. Dieser Patient wurde 1969 behandelt, zu einer Zeit also, als die schonende Arm - Plexus - Anästhesie noch nicht allgemein üblich war.
Die besten klinischen Ergebnisse bei diesem Frakturtyp wiesen die beiden jüngsten Patienten auf. Im

ersten Fall wurde nur der dislozierte mediale Condylus mit 2 Kirschnerdrähten fixiert und der nicht dislozierte laterale Condylus konservativ mit einem zirkulären Oberarmgipsverband für 4 Wochen behandelt, was zu einem sehr guten Funktionsergebnis mit nur geringer Beugehemmung von 15° und völliger Beschwerdefreiheit führte. Auch röntgenologisch waren die physiologischen Verhältnisse einwandfrei wiederhergestellt.
Im zweiten Fall wurde der Patient mit einer AO- Plattenosteosynthese versorgt. Bei der Funktionsprüfung zeigte sich eine Streckhemmung von 20° bei freier Beugefähigkeit des Armes und Beschwerdefreiheit. Röntgenologisch war eine Deformierung beider Condylen, eine beginnende arthrotische Veränderung am Humeroulnargelenk und eine ca. 3 cm lange, spangenartige Weichteilverkalkung im Bereich des lateralen distalen Humerus festzustellen. Dieser Befund könnte bei einem eventuellen Fortschreiten der arthrotischen Veränderungen zu später auftretenden Beschwerden des Patienten führen.

Im dritten Fall des polytraumatisierten 26-jährigen Patienten mit der II° offenen Fraktur (siehe Abschnitt 4.2) wurde mit einer AO-Plattenosteosynthese eine anatomische Rekonstruktion des distalen Humerus erreicht. Trotz intensiver krankengymnastischer Nachbehandlung blieb die Beweglichkeit eingeschränkt mit einem Bewegungsumfang von 0 - 40 - 125. Eine röntgenologisch festgestellte beginnende Arthrose des verletzten Ellenbogengelenkes hatte bisher keine Schmerzen verursacht, sodaß der Patient abgesehen von der Bewegungseinschränkung beschwerdefrei war.

Bei dem operativ versorgten 70-jährigen Patienten wurde die Fraktur ebenfalls mit einer AO-Plattenosteosynthese stabilisiert, die Rekonstruktion erbrachte eine annähernd anatomisch exakte Stellung der Fragmente zueinander. Dieser Patient hatte am

anderen Ellenbogengelenk gleichzeitig eine - ebenfalls osteosynthetisch versorgte - percondyläre Humerusfraktur ohne Beteiligung der Gelenkflächen erlitten, als Vorerkrankung bestand bei ihm schon seit über 10 Jahren eine chronische Polyarthritis. Interessant ist bei diesem Fall, daß trotz zweier so unterschiedlicher Frakturen (einmal mit und einmal ohne Beteiligung der Gelenkflächen) an beiden Ellenbogengelenken annähernd das gleiche funktionelle Ergebnis erreicht wurde mit einer Beweglichkeit von rechts 0 - 50 - 120 und links 0 - 50 - 100. Die Unterarmumwendbewegungen waren gleichseitig um etwa 2/3 für die Supination und 1/3 für die Pronation eingeschränkt. Hier wird deutlich, daß degenerative Veränderungen die Erfolgsaussichten auch einer anatomisch exakten Osteosynthese hinsichtlich der Beweglichkeit erheblich verringern.

Die beiden konservativ versorgten Patienten sollen hier nur kurz erwähnt werden, da ihre Fälle im Abschnitt 4.1 bereits dargestellt wurden.

Einer der Patienten wurde mit einer Olecranondrahtextension behandelt, die sich jedoch infizierte und zu einer Bohrdrahtosteomyelitis der proximalen Ulna führte. Aus diesem Grund mußte die Extension nach 14 Tagen entfernt werden, die Fraktur wurde anschließend noch für 4 Wochen im zirkulären Oberarmgipsverband ruhiggestellt. Diese sehr seltene Komplikation einer Extensionsbehandlung heilte trotz des reduzierten Allgemeinzustandes des Patienten nach entsprechender antibiotischer Therapie in relativ kurzer Zeit ab. Dieser Patient erreichte trotz 1 1/2-jähriger krankengymnastischer Nachbehandlung nur einen Bewegungsumfang von 40° bei einer Beweglichkeit von 0 - 20 - 60 und einer Einschränkung der Unterarmumwendbewegungen um 2/3.

Der zweite Patient wurde - bei schweren Begleitverletzungen - nach nur unvollständig möglicher Reposition mit einem zunächst gespaltenen, zirkulären Oberarmgipsverband für 6 Wochen behandelt. Die Frak-

tur heilte mit einer Achsfehlstellung und einer mäßiggradigen Stufenbildung der Gelenkfläche aus, bei einer Beweglichkeit von 0 - 50 - 140 verblieb dem Patienten ein Bewegungsumfang von 90°.
Die diacondylären Y- und T- Frakturen des distalen Humerus stellen neben den Trümmerfrakturen die höchsten Anforderungen an eine exakte Osteosynthese, da immer die Gelenkfläche und die Knorpelschale des Gelenkmassivs betroffen sind und von ihrer Rekonstruktion im wesentlichen die spätere Funktion abhängt. Zudem sind häufig gerade bei alten Menschen Einstauchungen im Frakturbereich anzutreffen, die bei dem meist osteoporotischen Knochen nur schwer wieder aufzurichten und zu stabilisieren sind. Durch die Veränderung der Belastungsverteilung innerhalb des Gelenkes kommt es hierdurch in vielen Fällen zur Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose.

Die funktionellen Ergebnisse der diacondylären Y- und T-Frakturen im vorliegenden Krankengut variierten bei der kleinen Patientenzahl so stark, daß sich keine Aussage bezüglich der Abhängigkeit des Therapieerfolgs von der gewählten Behandlungsmethode treffen ließ. Vor allem durch die erschwerenden Begleitumstände - eine offene Fraktur, ein Fall einer Infektion, ein Fall einer Fraktur bei chronischer Polyarthritis - und durch die Tatsache, daß 4 verschiedene Behandlungstechniken gewählt wurden bei insgesamt 6 Patienten, wird ein Vergleich unmöglich. Zu bemerken ist aber, daß, wie allgemein bei den Brüchen des distalen Humerusendes, auch bei diesem Frakturtyp die jüngeren Patienten das bessere klinische Ergebnis aufwiesen.

4.3.3.2. Trümmerfrakturen

Bei 5 Patienten lag eine Trümmerfraktur des distalen Humerus vor, davon waren 3 Patienten unter 30 Jahre und 2 Patienten über 65 Jahre alt; alle 5 Patienten hatten sich die Fraktur bei einem Verkehrsunfall zugezogen, was insofern typisch ist, als im allgemeinen nur eine sehr starke Gewalteinwirkung zu einer Zertrümmerung des distalen Humerusendes führt.

3 Patienten hatten offene Frakturen I^{o}, II^{o} und III^{o} erlitten, dabei lag bei einem Patienten bei einer I^{o} offenen Fraktur zusätzlich eine Olecranonfraktur am gleichen Arm vor, der Patient muß bei angewinkeltem Arm direkt auf das Olecranon gestürzt sein und hat sich dabei sowohl dieses als auch das distale Humerusende gebrochen. 2 Patienten waren polytraumatisiert, davon hatte ein Patient eine III^{o} offene Fraktur mit Freilegung und Teildurchtrennung des N. ulnaris. Bei einem Patienten bestand eine angeborene Radiusköpfchenluxation mit maximaler Beugefähigkeit von 90^{o} beidseits.
Da bei allen Patienten die Fragmente erheblich dislociert waren und bei konservativer Behandlung eine befriedigende Stellung der Fragmente nicht zu erreichen gewesen wäre, wurden sie, bis auf einen Patienten mit Schädel - Hirn - Trauma, ohne Verzögerung einer operativen Therapie zugeführt.

Naturgemäß bieten die Trümmerbrüche im Vergleich zu den übrigen Brucharten des distalen Humerus die größten Schwierigkeiten bezüglich des therapeutischen Vorgehens, besonders da es häufig - wie auch im vorliegenden Krankengut - durch die starke Gewalteinwirkung zu Durchspießungsverletzungen und damit zu infektionsgefährdeten offenen Frakturen kommt. Von den insgesamt 5 offenen Frakturen des Krankengutes entfielen allein 3 auf die Trümmerfrakturen, wobei es jedoch in keinem dieser Fälle zu einer Infektion des Gelenkes kam.

Das operative Vorgehen bestand darin, die stark dislozierten Fragmente mosaikartig annähernd anatomisch zu reponieren und mit Kirschnerdrähten, Schrauben, und bei einem Patienten mit einer zusätzlichen Zuggurtung zu fixieren. Bei 4 Patienten mußten intraoperativ kleinste und devitalisierte Fragmente entfernt werden.

Obwohl die anatomische Reposition bei den 3 jüngeren Patienten annähernd gelang und die Frakturen bei normaler Knochenstruktur stabil ausheilten, kam es bei allen 3 Patienten zu einer erheblichen Bewegungseinschränkung im Humeroulnargelenk.
Bei dem polytraumatisierten Patienten mit III^{o} offener Fraktur, Durchtrennung des N. ulnaris und komplettem Ausfall des N. medianus und des N. radialis kam die Fraktur durch eine Schraubenosteosynthese in anatomischer Stellung zur Ausheilung und der Bewegungsumfang war mit 0 - 30 - 120 zufriedenstellend. Bleibende Ausfälle des N. ulnaris und des N. radialis mit Teilparese des Unterarmes und der Hand und ein erheblicher Kraftverlust schränken das Gesamtergebnis jedoch ein (siehe Abschnitt 4.2.).

Bei dem zweiten polytraumatisierten, 14-jährigen Patient konnte die Fraktur wegen der erheblichen Begleitverletzungen erst zwei Wochen nach dem Unfallereignis operativ versorgt werden. In dieser Zeit war es bei dem jungen Patienten zu einer bindegewebigen Fixierung der Fragmente gekommen, die osteosynthetische Versorgung erwies sich daher als besonders schwierig. Mit Kirschnerdrähten konnten die größten Fragmente untereinander stabilisiert und mit dem proximalen Humerusfragment verbunden werden, das Rekonstruktionsergebnis wurde durch einen zirkulären Oberarmgipsverband für 6 Wochen zusätzlich stabilisiert. Trotz intensiver krankengymnastischer Nachbehandlung über 2 Jahre erreichte der Patient nur einen Bewegungsumfang von 65^{o} bei einer Beweglichkeit von 0 - 40 - 105. Es bestand ein mäßiger Kraftverlust mit einer Muskelminderung am Oberarm von

1,5 cm und am Unterarm von 1 cm bei einem ohnehin sehr schmächtigen Patienten.

Im dritten Fall des durch die angeborene beidseitige Radiusköpfchenluxation behinderten Patienten kam es trotz exakter Reposition und Fixierung der Fragmente mittels Schraubenosteosynthese zu einer zusätzlichen Bewegungseinschränkung durch eine Streckhemmung von 40°, sodaß dem Patienten am linken Ellenbogengelenk ein Bewegungsumfang von $0 - 40 - 90^{\circ}$ verblieb.

Bei den beiden älteren Patienten scheiterte eine stabile Osteosynthese an der fortgeschrittenen Osteoporose, eine Fixierung der Fragmente war nur mit Kirschnerdrähten möglich. Zusätzlich lag bei beiden Patienten eine offene Fraktur vor, beide Fälle sind im Abschnitt 4.2 bereits dargestellt.

Bei einer dieser beiden Patienten mußten beide Humeruscondylen und die proximale Ulna reseziert werden; da eine normale Gelenkfunktion nicht mehr zu erreichen war, wurde eine Arthrodese durchgeführt. Bei dem zweiten Patienten war eine Rekonstruktion des Gelenkes ebenfalls nicht möglich, sodaß nach der Osteosynthese eine erhebliche Fehlstellung des distalen Humerus bestehen blieb. Die Funktionsprüfung ergab bei diesen beiden Patienten eine starke Bewegungseinschränkung mit einem Bewegungsumfang von einmal 0 - 30 - 90 und einmal 0 - 40 - 90, es bestand in beiden Fällen eine Muskelminderung mit mäßigem Kraftverlust auf der verletzten Seite.

Bei der Beurteilung der Therapieergebnisse der Humerustrümmerfrakturen ist zu berücksichtigen, daß bei der Schwere dieser Verletzung mit einer völligen Wiederherstellung der Gelenkfunktion nicht zu rechnen ist (14,18,34) . Ein Funktionsergebnis, das dem Patienten einen Bewegungsumfang erhält mit dem er seine täglichen Verrichtungen ohne fremde Hilfe ausführen kann, stellt unter dieser Voraussetzung ein gutes Ergebnis dar. Berücksichtigt man diese Ein-

schränkung bei der Beurteilung der klinischen Resultate, so war die erhaltene Funktion bei den Patienten mit Humerustrümmerfrakturen im vorliegenden Krankengut zufriedenstellend bis gut. Der durchschnittliche Bewegungsumfang betrug 65°, war jedoch von Patient zu Patient recht unterschiedlich. Das beste Ergebnis hatte ein 18-jähriger Patient mit einem Bewegungsumfang von 90° bei einer Beweglichkeit von 0 - 30 - 120, das schlechteste ein 67-jähriger Patient mit einem aktiven Bewegungsumfang von 50° bei einem wackelbeweglichen Ellenbogengelenk.

Bei den 3 jüngeren Patienten zeigte sich, daß für das funktionelle Endergebnis nach Trümmerfrakturen auch die Verletzungen der Gelenkkapsel und des umliegenden Weichteilgewebes von Bedeutung sind. Trotz röntgenologisch guter anatomischer Rekonstruktion des distalen Humerus wiesen diese Patienten zum Teil erhebliche Bewegungseinschränkungen auf, die unter anderem auf narbige Kontrakturen dieser Strukturen zurückgeführt werden können (74,97).

5. Diskussion

Die Verletzung eines jeden Anteiles des Ellenbogengelenkes - Humerus, Radius und Ulna - kann zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit des gesamten Gelenkes mit seinen Qualitäten Streckung/Beugung und Pronation/Supination führen. Zusätzlich können die in unmittelbarer Nähe des Gelenkes verlaufenden Nerven und Gefäße mitverletzt sein und ebenfalls zu beträchtlichen Funktionseinbußen des Unterarmes und der Hand führen.

Zur Therapie der Ellenbogengelenksfrakturen wird in der Literatur keine einheitliche Behandlungsempfehlung gegeben. Ursache dafür ist unter anderem die große Anzahl möglicher Frakturtypen, die häufig sogar miteinander kombiniert auftreten, außerdem besteht aufgrund der Kompliziertheit der Mechanik dieses Gelenkes eine erhöhte Störanfälligkeit der Gelenkfunktion durch schon minimale Veränderungen der anatomischen Verhältnisse.

Aufgabe jeder Behandlung von Ellenbogengelenksverletzungen muß daher die bestmögliche anatomische Rekonstruktion der knöchernen Strukturen unter Berücksichtigung eventueller Gefäß- und Nervenläsionen sein, um dem Patienten die freie Gebrauchsfähigkeit von Arm und Hand zu erhalten.

5.1 Behandlungsmethoden und ihre Indikationen

Grundsätzlich muß zur Frage der zu empfehlenden Behandlungsmethode betont werden, daß nur die richtige Indikation im Einzelfall auch zu funktionell guten Resultaten führen kann. Sowohl das konservative wie auch das operative Vorgehen führt im geeigneten Fall zum Erfolg, ein starres Behandlungsschema wird dagegen dem speziellen Fall nur selten gerecht.

Im folgenden sollen anhand der verschiedenen Therapiemethoden kurz die jeweiligen Indikationen aufgeführt werden.

5.1.1 Gipsverband

Der Gipsverband kann immer dann mit Erfolg angewendet werden, wenn eine Fraktur nicht oder nur gering dislo-ziert ist, z. B. bei Infraktionen oder bei kindlichen Grünholzbrüchen. Im weiteren kann auch eine gut reponierte Fraktur mit einem Gipsverband stabilisiert werden.

Von den Frakturen des distalen Humerus sind die rein supracondylären Frakturen am ehesten für eine konservative Behandlung im Gipsverband geeignet, da das distale, gelenkbildende Fragment als ganzes erhalten ist und sich häufig gut reponieren läßt (88). Auch die Epicondylusabsprengungen, sofern sie nicht dislo-ziert sind, können konservativ behandelt werden, da auch sie die Gelenkfläche nicht unmittelbar betreffen und selbst bei nur bindegewebiger Ausheilung der Fraktur nicht mit einer Beeinträchtigung der Gelenksfunktion gerechnet werden muß (14).

Die Vorteile der rein konservativen Behandlung sind die nur minimale Infektionsgefahr und ihre schnelle und einfache Anwendbarkeit bei entsprechender Ausbildung des Arztes. Ihre Nachteile sind vor allem die erforderliche lange Ruhigstellung, die bei älteren Menschen zu dauernden Bewegungseinschränkungen führen kann, und die Gefahr der Volkmann'schen Kontraktur durch eine venöse Stauung in einem zu engen Gipsverband. Ferner sind noch zu nennen die Inaktivitätsatrophie von Muskeln und Weichteilen, Drucknekrosen, Gipslockerung und die Gefahr der Pseudarthrose.

Diese kann grundsätzlich bei allen Brüchen des distalen Humerusendes auftreten, wird hier aber nur sehr selten beobachtet. Zu ihrer Entstehung kann es aus verschiedenen Gründen kommen, einmal, wenn eine Instabilität der Fraktur besteht, die zu Schub- oder Scherkräften an den Bruchenden führt (96), wenn eine erhebliche Diastase der Fragmente besteht, oder wenn die Frakturenden so stark devitalisiert sind, daß die Blutversorgung zur Bildung eines Kallusge-

webes nicht ausreicht. Auch eine Infektion des Gelenkes kann die Bildung einer Pseudarthrose begünstigen. Eine manifeste Pseudarthrose kann nur operativ zur Ausheilung gebracht werden, indem man die bis auf vitales Gewebe resezierten Bruchenden unter Druck osteosynthetisch verbindet. Ein bei der Resektion entstandener Defekt kann durch autologe Spongiosa ausgefüllt werden. (55,85)

Die konservative Gipsverbandbehandlung erfordert eine genaue Nachbeobachtung des Patienten mit Röntgenkontrollen, da die Fragmente auch einer zunächst gut reponierten Fraktur wieder abrutschen können, und es dann zu einer Stufenbildung oder totalen Fehlstellung im Gipsverband kommt. Eine zusätzliche percutane Bohrdrahtfixation der Fragmente mit 2 gekreuzten Drähten ist möglich und soll eine sekundäre Dislokation verhindern. Sie wird vorwiegend bei Kindern und Jugendlichen mit supracondylären Extensionsfrakturen angewandt und soll selbst dann nicht zu Wachstumsstörungen führen, wenn die Drähte die Epiphysenfuge queren.(81). Eine weitere Methode zur Erhaltung des Repositionsergebnisses bei kindlichen Extensionsfrakturen ist der Cuff - and Collar - Verband nach Blount, hierbei besteht durch die spitzwinklige Stellung des Ellenbogengelenkes jedoch die Gefahr einer peripheren Ischämie.

5.1.2. Extensionsbehandlung

Die Extensionsbehandlung kommt zur Anwendung vor allem bei dislozierten supracondylären Frakturen; diese lassen sich mit der überwiegend verwendeten Vertikalextension nach Baumann häufig zufriedenstellend stabilisieren. (17) Eine weitere Indikation ergibt sich bei Trümmerbrüchen des distalen Humerus alter Menschen mit osteoporotischen Knochen. In diesen Fällen scheitert eine stabile Osteosynthese häufig daran, daß die Schrauben keinen Halt finden (58), bzw. daß eine Kontra-

indikation zur Operation vorliegt. Auch im vorliegenden Krankengut finden sich hierfür Beispiele.
Die Extensionsbehandlung läßt sich kombinieren mit einer Oberarmgipsschiene und/oder percutan eingebrachten Bohrdrähten zur Fixierung der Fragmente. In der Literatur wird über gute Ergebnisse mit einer zusätzlichen Bohrdrahtfixation berichtet (44).
Vorteile der Extensionsbehandlung sind die geringe Belastung des Patienten, die Möglichkeit aktiver Bewegungsübungen der frakturnahen Gelenke und die gegenüber der reinen Gipsverbandbehandlung größere Stabilität der Fraktur. Ihre Nachteile sind die Gefahr der Infektion entlang der Bohrdrähte, die allerdings sehr selten ist, weiterhin eine eventuelle Unruhe im Frakturbereich, die eine Pseudarthrosenbildung begünstigen kann und - insbesondere bei alten Patienten - die erforderliche Bettruhe.

5.1.3. Osteosynthese

Auch wenn über gute Ergebnisse der konservativen Therapie bei allen Frakturformen des distalen Humerus berichtet wird, ist nach der Mehrzahl der Autoren eine Osteosynthese immer dann indiziert, wenn

- die Fraktur stark disloziert ist und sich nicht ausreichend reponieren läßt, bzw. die Fragmente bei konservativer Behandlung wieder abrutschen;
- die gelenkbildenden Anteile des distalen Humerus betroffen sind, z.B. bei Trümmerfrakturen, Y- und T- Frakturen, unicondylären Frakturen und bei Frakturen des Capitulum oder der Trochlea humeri; (37,50,68,83,88)
- frakturierte Epicondylusfragmente in den Gelenkspalt eingeschlagen sind (3,73)
- bei Abrißfrakturen des Epicondylus medialis eine primäre Schädigung des N. ulnaris vorliegt (3)
- bei peripheren Zirkulationsstörungen des Armes und der Hand, die trotz korrekter Reposition der

Fraktur bestehen bleiben oder erst nach der Reposition auftreten, besonders wenn gleichzeitig neurologische Störungen vorhanden sind, sowie wenn ein größeres Hämatom vorliegt (3,4);

- bei allen offenen Frakturen.

Angestrebt werden sollte in jedem Fall eine stabile Druckplatten- oder Schraubenosteosynthese (93). Vorrangig ist die Rekonstruktion der Gelenkfläche des Condylenmassivs, das sekundär mit dem Humerusschaft verbunden wird. (64,65,78,88)

Die übungsstabile Osteosynthese bringt den Vorteil einer wesentlichen Abkürzung bzw. eines Wegfalls der postoperativen Ruhigstellung, d.h., der Patient kann frühzeitig mit aktiven Bewegungsübungen unter krankengymnastischer Anleitung beginnen. Dies ist auch bei jüngeren Patienten wichteg, da ein nicht zu unterschätzender Anteil der posttraumatischen Bewegungseinschränkungen des Ellenbogengelenkes auf narbige Kontrakturen des Weichteilgewebes und der Gelenkkapsel zurückgeführt werden kann.

Bei offenen Frakturen mit ausgedehnten Weichteilzerstörungen und starker Verschmutzung und bei Gelenkzertrümmerungen sollte das Ellenbogengelenk temporär mit dem Fixateur externe ruhiggestellt werden, um nach abgeschlossener Wundheilung die Fraktur sekundär operativ zu versorgen bzw. durch einen plastischen Eingriff die Gelenksfunktion wiederherzustellen (53,54,65,69).

Nachteile der operativen Versorgung sind das immer bestehende Operationsrisiko und die - wenn auch nur geringe - Infektionsgefahr.

Die instabile Bohrdrahtosteosynthese sollte bei Erwachsenen verlassen werden, da Komplikationen wie Fragmentdislokation, Bohrdrahtwanderung und -bruch zu schlechteren funktionellen Resultaten und in einem Teil der Fälle zu sekundären Schädigungen des N. ulnaris geführt haben (18,58). Bei Kindern wird diese Methode zur Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen mit Er-

folg angewandt, ebenso wie bei den Epicondylusabsprengungen, und auch bei kindlichen Vielfragmentfrakturen ist sie zu erwägen (13).
Die Indikation zu konservativer oder operativer Versorgung einer Fraktur sollte möglichst frühzeitig gestellt werden, da mit zunehmendem Abstand vom Unfallzeitpunkt ein Anstieg der Komplikationsrate bei operativer Behandlung beobachtet wird. (93)

5.1.4. Arthroplastik des Ellengelenkes

Die Aufgabe der Arthroplastik des Ellenbogengelenkes besteht in der Wiederherstellung der Gelenksfunktion; sie kommt vorwiegend in der Behandlung rheumatisch versteifter Ellenbogengelenke zur Anwendung, aber auch bei posttraumatischen Folgezuständen wie z.B. bei ausgeprägten Gelenkdeformitäten und fortgeschrittener Arthrose mit starken Schmerzen und erheblichen Bewegungseinschränkungen bzw. Instabilität des Gelenkes.
Zur Verfügung stehen die verschiedenen Möglichkeiten der Resektionsarthroplastiken, die häufig gute und dauerhafte Ergebnisse hinsichtlich Funktion und Stabilität ergeben (27,28), sowie die ständig weiterentwickelten Modelle der Ellenbogengelenks- Endoprothesen.
Die Probleme des endoprothetischen Ersatzes des Ellenbogengelenkes liegen vornehmlich in der Nachahmung der komplexen Bewegungsmöglichkeiten dieses Gelenkes bei gleichzeitiger Stabilität und in der Verankerung der Markraumstifte in proximaler Ulna und distalem Humerus. (24,28,79)
Die Erfahrungen mit den Ellenbogengelenks- Endoprothesen und die Beobachtungszeit sind noch zu gering, um diese Methode zur Primärversorgung traumatisch zerstörter Ellenbogengelenke alter Menschen - wie dies bei den Hüftgelenksendoprothesen üblich ist - empfehlen zu können.

5.2. Eigenes therapeutisches Vorgehen

Das vorliegende Krankengut zeigt, daß bei der Behandlungder distalen Humerusfrakturen verschiedene Behandlungsmethoden mit Erfolg eingesetzt werden können, das Spektrum reicht von der rein konservativen Gipsverbandbehandlung über die Extension bis zu den verschiedenen Möglichkeiten der operativen Therapie.
Anhand der durchweg besseren Ergebnisse bei jüngeren Patienten wird deutlich, daß schon vorbestehende degenerative Veränderungen der Gelenke die Aussicht auf ein funktionell zufriedenstellendes Endergebnis auch bei anatomisch exakter Rekonstruktion des Ellenbogengelenkes erheblich vermindern.

5.2.1. Extraartikuläre Frakturen

5.2.1.1. Epicondylusabrißfrakturen

Die Epicondylusabrißfrakturen bereiten erfahrungsgemäß die geringsten Schwierigkeiten bei der Behandlung, da die Gelenkfläche des distalen Humerus nicht betroffen ist und eine Funktionsbeeinträchtigung auch bei nur bindegewebiger Ausheilung der Fraktur nicht zu befürchten ist (14,30)
Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Dislokation des Fragmentes. Ist der Epicondylus nicht oder nicht wesentlich disloziert, so genügt im allgemeinen eine Ruhigstellung im Gipsverband für 3 Wochen. Auch im eigenen Krankengut wurde mit der konservativen Behandlung ein ausgezeichnetes Ergebnis erzielt.
Bei stärkerer Dislokation des Fragmentes mit Gefahr der Einklemmung in den Gelenkspalt und bei Abrißfrakturen des medialen Epicondylus ist die operative Reposition und Fixierung angezeigt, die bei Erwachsenen mit einer Schraubenosteosynthese oder einer Drahtzuggurtung und bei Kindern mit einer Kirschnerdraht-Spickung erreicht werden kann (3,8,73,90). Die zwei entsprechend osteosynthetisch versorgten Patienten

des eigenen Krankengutes zeigten ein gutes bzw. sehr gutes Ergebnis.
Eine weitere Operationsindikation ist der Verdacht auf eine Läsion des N. ulnaris, der bei der operativen Versorgung einer medialen Epicondylusfraktur in jedem Fall auf die Beugeseite verlagert werden sollte, um einer Ulnarisspätparese durch Narbenkompression vorzubeugen (3,34,73).
Eine Resektion des Epicondylus, wie sie von Hohmann (34) empfohlen wird, sollte nach Karitzky (39) nur in zwingenden Fällen durchgeführt werden, z.B., wenn die Osteosynthese einer stark dislozierten Fraktur nicht gelingt und die Gefahr einer Einklemmung desj Fragmentes in den Bruchspalt besteht.
Entwickelt sich nach einer Epicondylusabsprengung eine Pseudarthrose und bestehen Beschwerden, so ist dann eine Entfernung des Epicondylus indiziert, da sich keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gelenksfunktion ergeben (55).

5.2.1.2. Supracondyläre Frakturen

Bei diesem Frakturtyp wurden die besten Ergebnisse erzielt, sowohl mit stabiler Plattenosteosynthese als auch bei zwei jungen Patienten mit einer Kirschnerdrahtfixation und bei einem Patienten, der konservativ mit einer Extension behandelt wurde.
Von den Frakturen des distalen Humerus sind die rein supracondylären Frakturen neben den Epicondylusabriß-frakturen wegen der fehlenden Gelenkflächenbeteiligung am ehesten für eine konservative Behandlung geeignet. Dies gilt jedoch nur für Brüche ohne oder mit nur geringer Dislokation der Fragmente, wie im oben genannten Falldes konservativ versorgten Patienten, bzw. für Frakturen, bei denen ein gutes Repositionsergebnis ausreichend stabilisiert werden kann, wie z.B. kindliche Extensionsfrakturen im Cuff- and Collar- Verband.

Auch mit der Extensionsbehandlung werden gute Ergebnisse erzielt (17), jedoch ist hierfür eine ca. dreiwöchige Bettruhe des Patienten erforderlich. Erfahrungsgemäß kommt es im Gipsverband häufig, wie auch bei 3 Patienten des eigenen Krankengutes, zu einem Abrutschen der Fragmente; diese Patienten wurden sekundär mit gutem Erfolg mit einer Plattenosteosynthese versorgt.

Bei der operativen Behandlung einer supracondylären Fraktur im Erwachsenenalter sollte eine übungsstabile; Osteosynthese angestrebt werden, hierfür werden vorwiegend Halb- bzw. Drittelrohrplatten oder DC- Platten verwendet (64, 78, 93).

Bei kindlichen dislozierten supracondylären Humerusfrakturen genügt meist eine percutane Bohrdrahtosteosynthese mit 2 gekreuzt eingebrachten Kirschnerdrähten unter zusätzlicher Ruhigstellung mit einer dorsalen Oberarmgipsschiene.

Die operative Versorgung bietet zudem den Vorteil, daß man eventuelle Kontinuitätsverletzungen der Nerven oder Gefäße sofort erkennt und versorgen kann, man vermeidet die Komplikation einer Pseudarthrose und - besonders bei Kindern - die Gefahr einer Varus- oder Valgusfehlstellung, die Ursache einer Ulnaris- oder Radialisspätparese sein kann. Nach Mumenthaler (66) haben die perineuralen narbigen Weichteilveränderungen jedoch eine größere Bedeutung für die Entstehung einer Spätparese als eine Varus- oder Valgusfehlstellung.

Den eigenen Nachuntersuchungsergebnissen zufolge ist bei allen dislozierten supracondyläten Brüchen ein operatives Vorgehen zu empfehlen. Nicht oder nur gering dislozierte Frakturen, die sich konservativ ausreichend stabilisieren lassen, sollten bei jüngeren Patienten konservativ behandelt werden, da das zu erwartende gute Ergebnis eine immer mit einem, wenn auch geringen Risiko behaftete Operation nicht rechtfertigt. Bei älteren Patienten muß der Vorteil der früheren Mobilisierbarkeit

gegen das mögliche Operationsrisiko abgewogen werden.

Trotz übungsstabiler Osteosynthese mit anatomischer Rekonstruktion des distalen Humerus und sofort postoperativ begonnener krankengymnastischer Nachbehandlung erreichten zwei ältere Patienten mit vorbestehenden arthrotischen Veränderungen des Ellenbogengelenkes nur ein mäßiges bis schlechtes Ergebnis.
Absolute Operationsindikationen bei supracondylären Frakturen sind Gefäß- und Nervenverletzungen (8,73,83).

5.2.2. Intraartikuläre unicondyläre Frakturen

5.2.2.1. Condylenfrakturen

Die Behandlung der Condylenfrakturen richtet sich nach dem Ausmaß der Dislokation der Fragmente. Ist der Condylus nicht disloziert, wie z.B. bei kindlichen Frakturen mit erhaltener knorpeliger Brücke zwischen abgesprengtem Condylenfragment und Gelenkmassiv, so genügt nach Böhler (14) eine Ruhigstellung im Oberarmgipsverband in mittlerer Beugestellung und leichter Pronation für ca. 4 Wochen. Da sekundäre Verschiebungen vorkommen können, ist eine Röntgenkontrolle nach der ersten und zweiten Woche unerläßlich. Das ausgezeichnete Ergebnis bei einem jungen Patienten des eigenen Krankengutes (siehe Abschnitt 4.1.) bestätigt, daß die konservative Behandlung der Condylenbrüche durchaus zu guten funktionellen Resultaten führen kann, wenn die Fraktur in annähernd anatomischer Stellung steht.
Eine Condylenfraktur ohne Dislokation wird jedoch nur selten beobachtet, eine konservative Versorgung bei ungenügender Reposition mit verbleibender Stufenbildung der Gelenkfläche des distalen Humerus führt aber fast regelmäßig zu einer Behinderung der Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes. In fast allen Fällen wird daher eine Osteosynthese indiziert sein (3,14,39,96).

Auch im vorliegenden Krankengut wurden hiermit gute Erfolge erzielt, lediglich in einem Fall kam es zu einer stärkeren Streckhemmung, die jedoch mit auf die begleitende Olecranonfraktur zurückgeführt werden kann.

Allgemein wird eine Platten- oder Schraubenosteosynthese oder, beim Kind, eine Zugschraubenosteosynthese bzw. Kirschnerdrahtspickung des metaphysären und wenn möglich auch des epiphysären Fragmentes empfohlen, wobei darauf zu achten ist, daß die Schrauben hierbei nicht die Epiphysenfuge kreuzen, um eine vorzeitige Verknöcherung der Fuge zu vermeiden.

Bei Kindern empfiehlt es sich außerdem, immer eine Vergleichsaufnahme des gesunden Ellenbogengelenkes anzufertigen, da die einzelnen Gelenkanteile unterschiedlich spät verknöchern und Epiphysenfugen leicht versehentlich für Bruchspalten gehalten werden können. Andererseits ist gerade bei Kindern die Diskrepanz zwischen einem wenig auffälligen Röntgenbild und dem tatsächlichen Defekt oft erheblich, sodaß eine kindliche Fraktur leicht übersehen werden kann.

Bei der Osteosynthese einer Condylenfraktur im Kindesalter ist eine korrekte Adaptation und eine interfragmentäre Kompression besonders wichtig, um consekutive Wachstumsstörungen, die hier vor allem in einer partiellen und passageren Wachstumsstimulation durch eine verbleibende laterale Instabilität mit der Folge einer oft erheblichen Varisation bzw. bei zusätzlicher medialer Instabilität mit vorzeitiger Verknöcherung des medialen Anteiles der Epiphysenfuge in einer Fischschwanzdeformität bestehen, zu verhindern.

Das Ausmaß der epiphysären Wachstumsstimulation ist signifikant von der Zeitdauer bis zur Konsolidierung der Fraktur abhängig, diese kann durch die Verwendung von Kompressionsschrauben auf ca. ein Drittel im Vergleich zur konservativen Therapie herabgesetzt werden (31,46).

Die Hypervalgisation nach pseudarthrotisch verheilten

Frakturen des Condylus radialis mit der Gefahr einer Ulnaris- Spätlähmung wird seit Einführung der Bohrdrahtosteosynthese nur noch selten beobachtet.
Bei der operativen Versorgung der selteneren Frakturen des Condylus medialis ist darauf zu achten, daß der N. ulnaris nicht geschädigt wird; nur in Ausnahmefällen aber wird eine Vorverlagerung des Nerven auf die Beugeseite notwendig sein.

5.2.2.2. Frakturen des Capitulum und der Trochlea humeri

Auch bei diesem Frakturtyp richtet sich die Behandlungsmethode nach dem Ausmaß der Dislokation und der Reponierbarkeit des Fragmentes.
Brüche ohne Verschiebung oder nach exakter, stabiler Reposition können konservativ behandelt werden mit 4- wöchiger Ruhigstellung im Gipsverband in rechtwinkliger Beugung des Ellenbogengelenkes und Mittelstellung zwischen Pro- und Supination. Der Verband muß das Handgelenk mit einbeziehen, um Pro- und Supinationsbewegungen zu verhindern. (14,34)
Dislozierte Capitulum- oder Trochleabrüche lassen sich nur selten ausreichend reponieren und konservativ stabilisieren, hier ist die Indikation zur Operation gegeben. Die Osteosynthese wird mit Zugschrauben, bzw. beim Kind mit Kirschnerdrähten vorgenommen (8,96).
Ist eine Osteosynthese nicht möglich, z.B. wennnur ein kleines, abgeschertes Fragment vorliegt, so sollte dieses entfernt werden. Wird ein disloziertes Fragment belassen, so heilt es meist proximal ein und bildet eine Gelenksperre, da es die Gleitbewegungen des Radiusköpfchens in Flexion behindert (89). Wie Böhler (14) berichtet, sind die Funktionsergebnisse selbst nach Resektion von Capitulum oder Trochlea gut.
Im eigenen Krankengut kam keine Fraktur des Capitulum oder der Trochlea humeri zur Behandlung.

5.2.3. Intraartikuläre bicondyläre Frakturen

5.2.3.1. Y - und T - Frakturen

Y- und T- Frakturen werden grundsätzlich gleichartig behandelt, wobei auch hier gilt, daß nicht dislozierte Frakturen konservativ behandelt werden sollten.
Bei kindlichen Frakturen mit nur geringer Dislokation, bei denen z.T. noch eine knorpelige Brücke die Fragmente beider Condylen im distalen Anteil verbindet, kann die Reposition der Fragmente durch Zug in der Längsrichtung des Humerus bei gleichzeitigem Druck auf die Condylen von medial und lateral häufig zufriedenstellend erreicht werden(14,34). Die Dislokation des supracondylären Bruchanteiles muß zusätzlich nach der von Böhler (14) angegebenen Methode wie eine isolierte supracondyläre Fraktur eingerichtet werden. Die Stabilisierung wird hier entweder nur durch einen Gipsverband oder durch einen zusätzlich quer durch die Condylen senkrecht zur intercondylären Frakturlinie eingebrachten Bohrdraht erzielt.
Auch wenn über gute Ergebnisse nach konservativer Therapie dislozierter Y- und T- Frakturen berichtet wird (36), empfehlen die meisten Autoren hier unabhängig vom Lebensalter des Patienten ein operatives Vorgehen.(8,11,18,65,83,95,96).Nur auf diese Weise sei ein gutes funktionelles Ergebnis zu erzielen und könnten Spätschäden vermieden werden.
Eine Fixierung der Fragmente mit Bohrdrähten ist nur noch bei alten Patienten indiziert, bei denen die Schrauben im osteoporotischen Knochen keinen Halt finden. Die Nachteile dieser Methode sind die geringe Stabilität der Fraktur, die fehlende interfragmentäre Kompression und die dadurch bedingt notwendige zusätzliche Ruhigstellung der Fraktur im Gipsverband.
Bei der übungsstabilen Osteosynthese wird das Gelenk-

massiv mit Zugschrauben stufenlos adaptiert und mit Halb- oder Drittelrohrplatten am Humerusschaft fixiert. Vorraussetzung hierfür ist jedoch eine ausreichende Größe der Fragmente, d.h. der Bruch darf nicht zu weit distal liegen; in letzterem Fall können die Fragmente nur mit Schrauben fixiert werden (64,78,88). Bei der Osteosynthese ist darauf zu achten, daß die Implantate weder die Fossa olecrani noch die Fossa coronoidea beeinträchtigen.
Das vorliegende Krankengut bestätigt die Empfehlung zur übungsstabilen Osteosynthese dislozierter Y- und T- Frakturen, das Ergebnis bei den konservativ behandelten, älteren Patienten war in beiden Fällen nicht zufriedenstellend. Von den osteosynthetisch versorgten Patienten wiesen zwei ein gutes Spätergebnis mit fast freier Beweglichkeit auf. Einer dieser beiden Patienten war zunächst konservativ behandelt worden, wurde wegen einer Distraktion der Fragmente aber sekundär operativ versorgt. Bei zwei Patienten führten komplizierende Begleitumstände - eine offene Fraktur, ein Patient mit chronischer Polyarthritis - trotz anatomischer Rekonstruktion zu einem nur mäßigen Ergebnis.

5.2.3.2. Trümmerfrakturen

Die Behandlung der Trümmerfrakturen ist mit den größten Schwierigkeiten im Vergleich zuallen anderen Bruchformen des distalen Humerus verbunden.
In der Literatur besteht weitgehende Einigkeit, daß diese Frakturform nur operativ zufriedenstellend behandelt werden kann, auch wenn damit eine zusätzliche Traumatisierung der ohnehin meist mitverletzten Weichteile verbunden ist. Lediglich bei Trümmerfrakturen alter Menschen mit osteoporotischen Knochen und bei Kontraindikationen zur Operation von seiten des Allgemeinzustandes des Patienten sollte eine Behandlung im Gipsverband oder mit der Extension erwogen werden.

Vorübergehend können offene Trümmerfrakturen mit erheblichen Weichteilverletzungen im Fixateur externe oder mittels temporärer Arthrodese stabilisiert werden, die Versorgung der Fraktur erfolgt sekundär nach Konsolidierung der Weichteile.
Angestrebt werden sollte auch bei diesen technisch schwierigen Osteosynthesen eine stabile Platten- oder Schraubenosteosynthese. Von größter Bedeutung für die Wiederherstellung der Gelenksfunktion ist die Rekonstruktion des gelenkbildenden Anteiles des distalen Humerus, wobei besonders auf die anatomische Breite der Trochlea zu achten ist.
Zur vorläufigen Fixierung eignen sich Spickdrähte, mit denen die Fragmente mosaikartig aufgefädelt werden können; sie sollten zur definitiven Osteosynthese durch Schrauben ersetzt werden, um eine interfragmentäre Kompression zu erzielen. Nach der Rekonstruktion des Gelenkmassivs wird die Verbindung zum Humerusschaft durch Drittelrohrplatten oder Schrauben hergestellt (18,64,78), eventuell verbliebene Defekte nach Entfernung kleinster Fragmente können mit autologer Spongiosa aufgefüllt werden.
Bei Trümmerfrakturen mit erheblicher Weichteilkontusionierung und/oder Frakturkontakt des N. ulnaris wird in manchen Fällen eine Ventralverlagerung des Nervs empfohlen (18,58), um eine Spätschädigung durch narbige Kontrakturen oder Einmauerung in Kallusgewebe zu vermeiden.
Das Funktionsergebnis nach Trümmerfrakturen hängt wesentlich von der anatomischen Rekonstruktion der gelenkbildenden Teile des distalen Humerus ab, eine verbleibende Stufe der Gelenkfläch führt fast immer zu Bewegungseinschränkungen. Bei der Schwere dieser Verletzung ist jedoch auch bei weitgehend anatomischer Rekonstruktion des distalen Humerus und frühzeitig begonnener krankengymnastischer Nachbehandlung nicht mit einer vollständigen Wiederherstellung der Gelenkfunktion zu rechnen. (14,18,40)

Diese Beobachtung wird durch die Ergebnisse des eigenen Krankengutes bestätigt.
Erwähnt werden soll in diesem Zusammenhang, daß die beiden mit übungsstabiler Osteosynthese versorgten Patienten ein wesentlich besseres Ergebnis aufwiesen als die drei mit Kirschnerdrähten und zusätzlichem Gipsverband behandelten Patienten. Auch wenn bei der kleinen Patientenzahl keine statistischen Aussagen möglich sind, unterstützt dieses Ergebnis die Forderung nach einer stabilen Osteosynthese bei Trümmerfrakturen. Dem größten Teil der Patienten kann man hiermit die Beweglichkeit im Ellenbogengelenk zumindest soweit erhalten, daß sie die Verrichtungen des täglichen Lebens selbständig ausführen können.
Führt die Einschränkung der Beweglichkeit zu einer erheblichen Behinderung des Patienten, so kann bei fibröser Gelenksteife eine Arthrolyse zu guten Resultaten führen (12,25). Liegt eine starke Gelenkdeformität oder eine posttraumatische Arthrose den Beschwerden zugrunde, so ist die Arthroplastik und Alloarthroplastik eine Möglichkeit zur Funktionsverbesserung.Nur noch selten wird man eine Arthrodese des Ellenbogengelenkes in Funktionsstellung erwägen. Im vorliegenden Krankengut wurde kein Patient sekundär arthroplastisch versorgt.

5.3 Krankengymnastische Nachbehandlung

Die krankengymnastische Nachbehandlung nach Frakturen ist von besonderer Bedeutung für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Ellenbogengelenkes. Bei Kindern wird sie nur selten notwendig sein, mit zunehmendem Alter des Patienten kommt ihr jedoch eine wachsende Aufgabe zu.

Die postoperative Ruhigstellung sollte so kurz wie möglich gehalten werden, um einer sekundären Gelenkversteifung durch narbige Kontrakturen der Gelenkkapsel und des umgebenden Weichteilgewebes vorzubeugen (73,74,83). Um die krankengymnastische Nachbehandlung so früh wie möglich beginnen zu können, ist in jedem Fall eine übungsstabile Osteosynthese anzustreben, insbesondere gilt dies für alte Patienten, da bei ihnen eine konservative Behandlung mit langdauernder Ruhigstellung häufig zu einer Versteifung des Gelenkes führt.

Gemäß den von L. Böhler (14) aufgestellten Prinzipien sind bei der krankengymnastischen Nachbehandlung passive Bewegungen der Gelenke und Massagen abzulehnen, da sie zu der gefürchteten Komplikation einer Myositis ossificans führen können. Die Krankengymnastik sollte eine Anleitung zu aktiven Bewegungsübungen geben, die von dem Patienten mehrmals täglich, stets unterhalb der Schmerzgrenze, zu wiederholen sind. Auch die beiden benachbarten Gelenke, Schulter- und Handgelenk, sollen in die Übungen einbezogen werden.

Nur durch konsequente krankengymnastische Nachbehandlung wird man bei einem technisch einwandfreien operativen Ergebnis auch ein funktionell gutes Gesamtresultat erreichen.

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit gibt zunächst einen kurzen Überblick über die Anatomie des Ellenbogengelenkes unter topographischen und funktionellen Gesichtspunkten, sowie über die Frakturformen des distalen Humerus, ihren Entstehungsmechanismus und ihre Morphologie.
Es wird über die Ergebnisse der Nachuntersuchung von 26 Frakturen des distalen Humerus berichtet, die im Zeitraum von 1968 - 1979 an der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen versorgt wurden. Hierbei wurden folgende Gesichtspunkte berücksichtigt: Pathogenese der Fraktur, Vorbehandlung, Therapie, postoperativer Verlauf, Komplikationen, und Nachbehandlung. Bei der Nachuntersuchung wurde das Behandlungsergebnis anhand funktioneller, röntgenologischer und subjektiver Kriterien ermittelt.

Nach einem Überblick über das gesamte Krankengut werden einzelne Patientengruppen gesondert dargestellt, da nur innerhalb dieser Gruppen mit gleicher Frakturform ein Vergleich der Behandlungsergebnisse sinnvoll ist.
In der Diskussion wird, nach kurzer einleitender Darstellung der möglichen Behandlungsmethoden und ihrer Indikationen, das Krankengut nach Frakturformen unterteilt und die gewählte Therapie und der Therapieerfolg des eigenen Patientengutes in Bezug gesetzt zu dem in der Literatur empfohlenen Vorgehen und den dort erzielten Behandlungsergebnissen. Abschließend wird kurz auf die Bedeutung der krangengymnastischen Nachbehandlung hingewiesen.

Es wurde gezeigt, daß sowohl die verschiedenen Verfahren der operativen wie auch die der konservativen Therapie der distalen Humerusfrakturen zu guten und sehr guten Behandlungsergebnissen führen können, der Erfolg des jeweiligen Vorgehens jedoch von der richtigen Indikation im Einzelfall abhängt. Hierfür kommt der Morphologie der Fraktur, d. h. Lage der

Frakturlinien, Ausmaß der Dislokation der Fragmente und vor allem der Beteiligung der Gelenkfläche entscheidende Bedeutung zu.
Die konservative Behandlung kann gute Ergebnisse erbringen bei nicht oder nur gering dislozierten Frakturen und bei Frakturen, die nicht die Gelenkfläche des Humeroulnar- oder Humeroradialgelenkes betreffen - Gruppe A nach der Einteilung der Frakturtypen der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese -, z.B. bei Epicondylusabsprengungen oder bei supracondylären Frakturen, vorausgesetzt, daß auch diese nicht stärker disloziert sind.
Übereinstimmend mit der in der Literatur vorwiegend vertretenen Meinung kann nach den Ergebnissen des eigenen Krankengutes eine operative Reposition und Fixierung der Fragmente in all jenen Fällen empfohlen werden, in denen die Gelenkfläche des distalen Humerus betroffen ist - Gruppe B, C und D nach der Einteilung der AO -, z.B. bei Trümmerfrakturen, bei Y- und T-Frakturen und bei Condylenfrakturen, sowie in allen Fällen, bei denen die Frakturfragmente disloziert sind und eine Reposition konservativ nicht ausreichend möglich, bzw. nicht ausreichend zu stabilisieren ist.
Auf Ausnahmen wird hingewiesen.
Für die Behandlung kindlicher Frakturen des distalen Humerus ergeben sich spezielle Aspekte und Indikationen, auf die an entsprechender Stelle kurz eingegangen wird.

Bei der operativen Behandlung distaler Humerusfrakturen im Erwachsenenalter ist in der Regel einer übungsstabilen Platten- oder Schraubenosteosynthese der Vorzug zu geben, wobei die anatomische Rekonstruktion der Gelenkfläche für das funktionelle Ergebnis die größte Bedeutung hat.
Entscheidend für den Erfolg der Therapie einer Ellenbogengelenksfraktur ist neben der technisch einwandfreien Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse auch die krankengymnastische Nachbehandlung.

Diese soll so früh wie möglich postoperativ begonnen werden, da vor allem bei älteren Menschen eine längere Ruhigstellung trotz röntgenologisch guter Ausheilung der Fraktur zu bleibenden Bewegungseinschränkungen führen kann.
Auch aus diesem Grund ist einer übungsstabilen Osteosynthese bei Erwachsenen der Vorzug vor anderen Therapieverfahren zu geben.

7. Literaturverzeichnis

1. Ansorge, D. — Ergebnisse operativ behandelter transkondylärer Trümmerbrüche des Ellenbogengelenks im Erwachsenenalter. Zbl. Chirurgie 107, 1096 (1982)

2. Baddeley, S. — Fracture separation of the distal humeral epiphysis. J. of Bone and Joint Surgery 62 B, 270 (1980)

3. Bandi, W. — Die gelenknahen Frakturen des Oberarmes. Chirurg 40, 193 (1969)

4. Barac, M. Grujic, M. Hranilovic, B. — Behandlung der Brüche am distalen Teil des Oberarmes. Hefte Unfallheilk. 114, 280 (1973)

5. Baumann, E. — Die Bedeutung des Ellenbogengelenkes für die freie Gebrauchsfähigkeit der Hand. Hefte Unfallheilk. 75, 150 (1963)

6. Baumann, E. — Zur Behandlung der Brüche des distalen Humerusendes beim Kind. Chir. Praxis 4, 317 (1960)

7. Baumann, E. — Ellenbogen. In: Spezielle Frakturen- und Luxationslehre, Hrsg. v. H. Nigst; Bd.II/1, Thieme, Stuttgart (1965)

8. Bayer, H.W. — Knochen- und Gelenkverletzungen des Armes. In: Chirurgie der Gegenwart, Bd. IVa, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore (1977)

9. Bernett, P. — Die Behandlung distaler Humerusfrakturen. Hefte Unfallheilk. 114, 42 (1973)

10. Bickel, W.E.
Perry, R.E.
Comminuted Fractures of the Distal Humerus. J. Am. Med. Ass. 184, 123 (1963)

11. Biehl, Th.
Gradinger, R.
Ellenbogengelenksnahe Frakturen beim Kind. Fortschr. Med. 101/6 226 (1983)

12. Blauth, W.
Arthrolysen bei posttraumatischen Ellenbogensteifen. Akt. Traumatol. 12, 246 (1982)

13. Böhler, J.
Gedeckte Bohrdrahtosteosynthesen kindlicher supracondylärer Oberarmbrüche. Chir. Praxis 3, 397 (1959)

14. Böhler, L.
Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Bd.I, Maudrich Wien (1951)

15. Böhler, L.
Brüche und Verrenkungen im Bereich des Ellbogengelenkes bei Erwachsenen. Die Technik der Knochenbruchbehandlung, Ergänzungsband. Maudrich Wien, 2671 (1977)

16. Böhler, L.
Das posttraumatische Sudeck-Syndrom. Die Technik der Knochenbruchbehandlung, Ergänzungsband. Maudrich, Wien 2435 (1977)

17, Bosanquet, J.
Middleton, R.
Treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in extension. J. Bone Jt. Surg. 64 B 125 (1982)

18. Burri, C.
Ellenbogenfrakturen bei Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 32 (1973)

19. Burri, C.
Rüter, A.
Ergebnisse bei 182 operativ versorgten intraartikulären Humerusfrakturen Actuel. Traumatol. 6, 105 (1976)

20. Charnley, J. Supracondylärer Oberarmbruch bei Kindern. In: Konservative Therapie der Extremitätenfrakturen. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 128 (1968)

21. DeLee, J.
Wilkins, K.
Rogers, L.
Rockwood, Ch. Fracture-Separation of the Distal Humeral Epiphysis. J. Bone Jt. Surg. 62 A, 46 (1980)

22. Eigenthaler, L. Indikation zur konservativen und operativen Behandlung und Nachbehandlung. Hefte Unfallheilk.114 31 (1973)

23. Emmanouilidis,Th.
Hemfler, I.
Wellmer, H.-K. Supracondyläre, perdiacondyläre und TY-Frakturen des Ellenbogens-Verfahrenswahl und Ergebnisse. Langenbecks Arch. Chir. 355, 500 (1981)

24. Engelbrecht, E. Alloplastischer Ersatz bei Ellengelenkszerstörungen. Hefte Unfallheilk. 114, 118 (1973)

25. Exner, G.
Wisotzky, W.
Johne, B.
Zimmer, W. Therapie, insbesondere die Arthrolyse und deren Ergebnisse am versteiften Ellenbogengelenk nach Frakturen. Akt. Traumatol. 12, 255 (1982)

26. Freuler, F.
Wiedmer, U.
Bianchini, D. Gipsfibel, Bd. I, Springer Berlin, Heidelberg, New York (1975)

27. Froimson, A.
Silva, J.
Richey, D. Cutis Arthroplasty of the Elbow Joint. J. Bone Jt. Surg. 58 A, 863 (1976)

28. Gschwend, N.
Loehr, J. Ellbogenarthroplastik. Orthopäde 9, 158 (1980)

29. Hackstock, H. — Die Behandlung distaler Humerusfrakturen. Hefte Unfallheilk. 114, 45 (1973)

30. Handelsman, J. — Management of Selected Fractures. Surg. Clin. of North Am. 63, 654 (1983)

31. Hefti, F. Jakob, R.P. Laer, L.v. — Frakturen des Condylus radialis bei Kindern und Jugendlichen. Orthopäde 10, 274 (1981)

32. Heim, U. Pfeiffer, K.M. — Periphere Osteosynthesen. Der Ellenbogen. Springer Berlin, Heidelberg, New York (1981)

33. Hein, W. — Die Behandlung suprakondylärer Humerusfrakturen im Kindesalter. Beitr. Orthop. u. Traumatol. 29, 598 (1982)

34. Hohmann, G. — Traumatische Veränderungen im Bereich des Ellenbogengelenkes. In: Handbuch der Orthopädie, Hrsg. v. G. Hohmann, M. Mackebroch, U. Lindemann. Bd.IV, 969 Thieme Stuttgart (1966)

35. Holda, M. Manoli, A. Lamont, R. — Epiphyseal Separation of the Distal End of the Humerus with Medial Displacement. J. Bone Jt. Surg. 62 A, 52 (1980)

36. Horne, G. — Supracondylar fractures of the humerus in adults. J. Bone Jt. Surg. 61 B, 246 (1979)

37. Huggler, A. Rüedi, Th. Allgöwer, M. — Intraartikuläre distale Humerusfrakturen beim Erwachsenen. Orthopäde 10, 280 (1981)

38. Kaltwasser, B. Skuginna, A. Hierholzer, G. — Körperferne Oberarmfraktur. In: Chirurgie der Knochen und Gelenke. Springer Berlin, Heidelberg, New York, 71 (1981)

39. Karitzky, B. — Verletzungen der oberen Extremität. In: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde. Hrsg. v. H. Bürkle de la Camp, P. Rostock; Bd. 3, Enke Stuttgart (1956)

40. Kinzl, L., Henkemeyer, H., Burri, C. — Behandlungsergebnisse nach operativer Versorgung distaler intraartikulärer Humerusfrakturen. Helvetica Acta 39, 691 (1972)

41. Kommision AO - Dokumentation — AO - Klassifikation der Frakturen AO - Herbsttagung 1979

42. Korbelar, P., Mracek, J. — Frakturen des distalen Humerus. Beitr. Orthop. u. Traumatol. 599 (1982)

43. Krösl, W. — Über eine besondere kombinierte Bruchform im Bereich des Ellenbogengelenkes. Chir. Praxis 4, 179 (1960)

44. Krotschek, H. Jahna, H. — Die Brüche am distalen Oberarmende. Hefte Unfallheilk. 114, 34 (1973)

45. Kurock, W., Schweikert, C.-H. — Problematische Osteosynthesen an der oberen Exteemität. Langenbecks Arch. klin. Chir. 349, 530 (1979)

46. Laer, L.v. — Spätfolgen nach Ellenbogenläsionen im Wachstumsalter - Ursache, primäre Therapie. Orthopäde 10, 264 (1981)

47. Laer, L.v. — Der posttraumatische Achsenfehler in der Frontal- und Sagittalebene nach Ellenbogenverletzungen im Wachstumsalter. Z. Unfallmed. Berufskr. 154 (1980)

48. Lalive d'Epinay, P. Korrektureingriffe nach supracondylären Humerusfrakturen. Hefte Unfallheilk. 114, 258 (1973)

49. Lange, M., Hipp, E. Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie. Bd. 2/2, 202 Enke (1981)

50. Lansinger, O., Mare, K. Intercondylar T-Fractures of the Humerus in Adults. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 100, 37 (1982)

51. Lick, R. Primärversorgung von Unfallverletzten. 256 Schattauer (1978)

52. Lob, A., Probst, J. Chirurgie des Ober und Unterarmes, einschließlich des Ellenbogen- und Handgelenkes. In: Klinische Chirurgie für die Praxis. Hrsg. v. O. Diebold, J. Junghans, L. Zuckschwerdt. Thieme (1966)

53. Lob, G., Hörster, G., Wilhelm, K., Hierholzer, G. Spezielle Indikation zum Fixateue externe. Langenbecks Arch. klin. Chir. 349, 530 (1979)

54. Lob, G., Burri, C., Rüter, A. Trümmerbrüche des Ellbogens, Verfahrenswahl und Ergebnisse. Langenbecks Arch. klin. Chir. 355, 501 (1981)

55. Marti, R., Engelhardt, P., Jakob, R. Behandlungsrichtlinien für distale intra- und extraartikuläre Humeruspseudarthrosen. Orthopäde 10, 316 (1981)

56. Marti, R., Ochsner, P., Bernoski, F. — Korrekturosteotomie des distalen Humerus beim Erwachsenen. Orthopäde 10, 311 (1981)

57. Matti, H. — Zur Behandlung der supracondylären Humerusfraktur. Chirurg 2, 41 (1937)

58. Meier, F., Ganzoni, N. — Distale intraartikuläre Humerusfraktur - 10-Jahres-Ergebnisse. Hefte Unfallheilk. 114, 283 (1973)

59. Meuli, H. Ch. — Röntgenbeurteilung des Ellenbogengelenkes. Orthopäde 10, 256 (1981)

60. Morscher, E. — Posttraumatische Fehlstellungen und Pseudarthrosen am Ellenbogen beim Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 76 (1973)

61. Mubarak, S. J., Carrol, N. C. — Volkmann's Contracture in Children: Aetiology and Prevention. J. Bone Jt. Surg. 61-B, 285 (1979)

62. Mubarak, S. J., Hargens, A. R. — Acute Compartment Syndromes. Surg. Clin. of North Am. 63/3, 539 (1983)

63. Müller, E., Allgöwer, M., Willenegger, H. — Technik der operativen Frakturbehandlung. Springer (1963)

64. Müller, E., Schneider, R., Allgöwer, M., Willenegger, H. — Manual der Osteosynthese. 177 Springer (1977)

65. Müller-Färber, J., Müller, K. H. Die bicondylären intraartikulären Frakturen des distalen Humerus. Unfallheilkunde 84, 488 (1981)

66. Mumenthaler, M. Nervenschädigungen bei veralteten Ellenbogenfrakturen. Hefte Unfallheilkunde 114, 96 (1973)

67. Nicola, T., Torklus, D.v., Türk, G. Atlas orthopädisch-chirurgischer Operationsschnitte und Zugangswege. 30 Urban & Schwarzenberg (1977)

68. Pelet, D., Berruex, P. Die Osteosynthese der distalen, intraartikulären Humerusfrakturen. Orthopäde 10, 282 (1981)

69. Plank, E., Burri, C., Mutschler, W. Zur Versorgung schwerster Ellenbogenverletzungen. Unfallheilkunde 82, 435 (1979)

70. Pribyl, T., Kosial, J. Verletzungen im Bereich des Ellenbogengelenkes - supracondyläre Humerusfrakturen. Beitr. Orthop. u. Traumatol. 597 (1982)

71. Probst, J. Posttraumatische Fehlstellungen und Pseudarthrosen im Ellenbogen beim Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 86 (1973)

72. Rahmanzadeh, R., Faensen, M. Supracondyläre Umstellungsosteotomien am Humerus - Indikation, Technik, Ergebnisse. Akt. Probl. Chir. u. Orthop. 20, 96, (1981)

73. Ricklin, P. Ellenbogenfrakturen beim Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 30 (1973)

74. Riseborough, E., Radin, E. — Intercondylar T-Fractures of the Humerus in the Adult. J. Bone Jt. Surg. 51-A, 130 (1969)

75. Rittmann, W., Matter, P. — Die offene Fraktur. 64 Hans Huber

76. Rohen, J. W. — Funktionelle Anatomie des Menschen. Schattauer (1977)

77. Rückert, G., Kleinfeld, F. — Operative Versorgung von distalen Humerusfrakturen mit Ellenbogengelenkbeteiligung beim Erwachsenen. Chir. Praxis 29, 337 (1981/82)

78. Schauwecker, F. — Osteosynthesepraxis. 85 Thieme (1981)

79. Scherer, M., Munzinger, U., Scheier, H., Gschwend, N. — GSB - Arthroplastik des Ellbogens. Orthopäde 10, 340 (1981)

80. Scherzer, E., Delank, H. W. — Nervenschädigungen bei Ellenbogenbrüchen - statistisch betrachtet. Hefte Unfallheilk. 114, 101 (1973)

81. Schlag, G. Hable, W. — Die gedeckte Bohrdrahtosteosynthese des stark verschobenen kindlichen supracondylären Oberarmbruchs. Mschr. Unfallheilk. 74 97, (1971)

82. Schneider, I. — Posttraumatische Fehlstellungen und Pseudarthrosen am Ellenbogen bei Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 85 (1973)

83. Schweiberer, L. — Ellenbogenfrakturen bei Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 27 (1973)

84. Sequin, F.
Texhammar, R.
Das AO-Instrumentarium. 251 Springer (1980)

85. Seyfarth, H.
Weigel, K.
Einige Bemerkungen zu den Pseudarthrosen des Humerus. Beitr. Orthop. und Traumatol. 29, 597 (1982)

86. Simeon, B.
Cadalbert, M.
Matta, S.
Konservative und operative Behandlung von kindlichen Ellbogenfrakturen. Z. Unfallmed. Berufskr. 156 (1980)

87. Soltanpur, A.
Anterior supracondylar Fracture of the Humerus (Flexion Type). J. Bone Jt. Surg. 60 B, 383 (1978)

88. Trojan, E.
Indikationen zur konservativen und operativen Behandlung und Nachbehandlung. Hefte Unfallheilk. 114, 24 (1973)

89. Vasey, H.
Die Behandlung distaler Humerusfrakturen. Hefte Unfallheilk. 114, 44 (1973)

90. Vossschulte, K.(Hrsg.), Lehrbuch der Chirurgie.
Kümmerle, F.(Hrsg.) Thieme (1982)
Peiper, H.-J.(Hrsg.)
Weller, S. (Hrsg.)

91. Waldeyer, A.
Anatomie des Menschen. Bd. 2 406 de Gruyter (1975)

92. Walker, N.
Jacob, H. A. C.
Biomechanische Untersuchungen am Ellbogengelenk. Orthopäde 10, 253 (1981)

93. Weller, S.
Posttraumatische Fehlstellungen und Pseudarthrosen am Ellenbogen bei Erwachsenen. Hefte Unfallheilk. 114, 89 (1973)

94. Wiesenberg, S., Ostapowicz, G. Spätergebnisse nach supracondylären Humerusfrakturen im Kindesalter. Chir. Praxis 31, 555 (1983)

95. Wiesmeier, R., Fischer, M., Stübinger, B. Behandlungsprinzipien von distalen Humerusfrakturen mit Gelenkbeteiligung. Langenbecks Arch. Chir. 352 (Kongreßbericht 1980)

96. Wilhelm, K., Rueff, F. L., Bedacht, R. Ein Beitrag zur Behandlung der Ellenbogengelenksfrakturen. Unfallheilkunde 74, 422 (1971)

97. Witt, A. N., Jäger, M., Boitzki, A. Gelenksteifen, Rekonstruktion. Hefte Unfallheilk. 114, 90 (1973)

98. Witt, A. N., Cotta, H., Mittelmeier, H. Unfallschäden des Ellenbogengelenkes und des Unterarmes. In: Handbuch der gesamten Unfallchirurgie hrsg. v. H. Bürkle de la Camp, M. Schwaiger. Enke Bd. 3, 73 (1965)

Danksagung

Für die Überlassung des Themas und für die sehr nette Betreuung während der Entstehungszeit dieser Arbeit bin ich Herrn Privatdozent Dr. med. W. Heitland zu großem Dank verpflichtet.

Für die Gestaltung der Graphik auf Seite 21 möchte ich mich bei Herrn Graphik-Designer Jens Witt recht herzlich bedanken.

L E B E N S L A U F

Herzog, Iris Franziska geb. Johannes
geb. am 15.12.1957 in Wiesbaden als Tochter des Graphikers Bernhard Johannes und seiner Ehefrau, der Graphikerin Maria - Anna Johannes, geb. Hartmann.

1964 - 1976 Besuch der Grundschule und des Neusprachlichen Gymnasiums Helene - Lange - Schule in Wiesbaden, Abitur 1976 in Wiesbaden.
1976 Beginn des Medizinstudiums an der Universität Mainz, Physikum 1978 in Mainz.
1978 Beginn des Studiums der Klinischen Medizin an der Universität Tübingen,
1979 1. Staatsexamen
1982 2. Staatsexamen
Praktisches Jahr am Universitätsklinikum Tübingen und 3. Staatsexamen am 25.4.1983.
Am 26.4.1983 Heirat mit dem Arzt Jörg Hans - Heinz Herzog aus Hamburg.